

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

A speaker system comprising:

An array possible simultaneously a beam of at least two sounds and provided with the first electric sound transducer in which at least one direction operation is possible among said beams.

A low frequency transducer constituted so that a low frequency sound located near the circumference of said array may be reproduced.

[Claim 2]

The system according to claim 1 further provided with a filter system which filters a low frequency content from a signal which should be emitted by the first transducer, and adds said low frequency content to a signal which should be emitted by low frequency transducer.

[Claim 3]

The system according to claim 1 or 2 which is the broadband transducer constituted so that a low frequency transducer may emit a signal in a frequency range which includes a frequency range of the first transducer substantially, and is a part of array which carries out direction operation of the beam.

[Claim 4]

The system according to claim 1, 2, or 3 by which a system is arranged so that a low frequency transducer which is independent or is placed by adjoining the first transducer closely may output a channel on either side near the right-and-left side of an array, respectively.

[Claim 5]

It is the broadband transducer constituted so that a low frequency transducer may emit a signal in a frequency range which includes a frequency range of the first transducer substantially, And a system given in either of said claims by which a system is arranged so that a low frequency transducer independently placed near the right-and-left side of an array may output a channel on either side, respectively.

[Claim 6]

A system given in either of said claims whose at least two beams are the channels of a surround correspondence item.

[Claim 7]

A system given in either of said claims from which listeners who are in a position from which at least two beams are two or more different audio signals, and differ to an array receive dominantly only one of said the different audio signals, respectively.

[Claim 8]

A system given in either of said claims with uneven room arrangement between the first adjoining transducer.

[Claim 9]

The system according to claim 8 by which room arrangement of an average between the first transducer is increasing towards the circumference of an array.

[Claim 10]

A system given in either of said claims by which amplitude of an output signal about each transducer is modulated according to a window function.

[Claim 11]

The system according to claim 10 by which a window function tapers off gradually towards the circumference of an array.

[Claim 12]

A system given in either of said claims which have the number of low frequency transducers in a range between 1 and 20.

[Claim 13]

The system according to claim 12 which has the number of low frequency transducers in a range between 1 and 10.

[Claim 14]

The system according to claim 13 which has the number of low frequency transducers in the range of 1 to 4.

[Claim 15]

The system according to claim 14 which has the number of low frequency transducers in the range of 1 to 2.

[Claim 16]

Room arrangement of the halfway point of the first transducer that adjoins each other closely is equal to a half of wavelength corresponding to the lowest acoustic resonance frequency of the first transducer, or it is a system given in either of said claims smaller than it.

[Claim 17]

The system according to claim 16 by which an array of the first transducer is densely filled in a field between low frequency transducers.

[Claim 18]

A system given in either of said claims in which a phase-shifting circuit or a compensating circuit which compensates a phase shift generated in a transducer is included further.

[Claim 19]

A system given in either of said claims in which a line of one row, two rows, or three rows where the first transducer was horizontally turned to an array is included.

[Claim 20]

The system according to claim 19 by which a low frequency transducer is placed near said line turned horizontally an end or near it.

[Claim 21]

A system given in either of said claims in which a central area which the first transducer is perpendicular to an array and is arranged alternately is included.

[Claim 22]

A system given in either of said claims in which an array has an ellipse form generally.

[Claim 23]

The system according to claim 22 positioned near [ which a low frequency transducer circumscribes to an array of an ellipse form ] rectangular a corner or near it.

[Claim 24]

A system given in either of said claims whose number of the first transducers is less than 200.

[Claim 25]

The system according to claim 24 whose number of the first transducers is less than 50.

[Claim 26]

A system given in either of said claims with the larger number of the first transducers than 5.

## [Claim 27]

A system given in either of said claims of the number of low frequency transducers with the larger number of the first transducers than twice.

## [Claim 28]

A system given in either of said claims of the number of low frequency transducers with the larger number of the first transducers than 4 times.

## [Claim 29]

A system given in either of said claims of the number of low frequency transducers with the larger number of the first transducers than 10 times.

## [Claim 30]

It is a system given in either of said claims in which direction operation of said at least one beam is possible by delaying the duplicate signals of a sound and outputting the duplicate signals of said array delayed using said first transducer at least.

## [Claim 31]

A media system by which a system which displays video information, and an audio system by either of said claims are contained.

## [Claim 32]

The media system according to claim 31 whose system which displays video information is a television system.

## [Claim 33]

The media system according to claim 31 provided with a media player which provides an input of video and an audio signal, a monitor which displays said video information, and the speaker system according to claim 1 which plays a beam of at least two possible sounds of direction operation independently.

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

(Field of invention)

This invention relates to the equipment with which the array of the possible electric sound transducer of generating the beam of an audible sound is contained. In more detail, are such array equipment and it is possible to receive a multiplex audio or a multiplex channel audio input signal, And on a level suitable for home entertainment or professional sound reproduction application, it is related with the equipment for generating independently the beam of the possible audible sound of direction operation in which focusing is possible.

[Background of the Invention]

[0002]

(The background of invention)

It sees that the stereo sounds of a multiplex channel spread and are used in an audio / visual system in recent years. a technical trend separates from the conventional stereo-sounds reproducing system, and it is going to the "surround sound" technique to which an acoustic field shifts the side and behind listeners dynamically (and intentionally).

[0003]

In order to raise the listeners recognition characteristic, it adds to a sound channel on either side (and the optimal center), and the multiplex channel sound reproduction system by which one or more surround sound channels (often called the "sound effect" or the "special-effects" channel in the past) are contained is known. The system of these has spread comparatively in the movie theater today.

It is becoming a nearby general target at consumers' home.

The impelling force which is back where such a system increases rapidly at consumers' home, To surround sound home video software and the Lord. The surround sound movie (movie) which is made for theater public presentation and shifts to home video media (for example, a digital videodisc (DVD), a videocassette, a video disk and broadcast, or cable TV) after that is it is large and available.

[0004]

When a sound is reproduced so that the acoustic field extended behind listeners may be provided or the image of a sound may be centralized behind listeners, For channel reproduction on either side, it is arranged ahead of listeners' right and left [ two speakers (front) ], and surround or for back channel reproduction, at least one or two rear speakers add behind listeners, and are arranged behind. In addition, the center speaker arranged ahead of listeners between the method speaker of the forward left and the method speaker of the forward right is contained in the newest surround sound system. In order to raise tone quality, the low frequency portion of an audio signal is turned

to an additional subwoofer. The exact position of the subwoofer to listeners is not important for the performance of the surround sound whole system.

[0005]

However, it is difficult to also arrange 5 to six speakers in the room at a general home. Since a new surround sound system is incompatible with the stereo system which is often existing, selection (the number of speakers becomes also by seven or eight) of whether it has two systems which live together in one room, or to discard an old system is left behind to a user. Since satisfaction of this is clearly impossible, the trial which reduces the number of speakers, and generates a surround sound, or provides good integration by between a surround sound system new at least and the stereo units of an age thing is made in recent years.

[0006]

The most advanced system aiming at reducing the number of the components of hardware is described by international patent application WO01/23104 by the same applicant exhibited, WO02/078388, and WO03/034780. In WO01/23104, the array of a transducer generates two or more possible sound beams of direction operation independently. Working and its sound beam are turned to the corner of the right and left of the wall of the reflector of listeners' right and left or the suitable place of a wall, and listeners in back. The reflected sounds gather toward what is called a listening position and a "sweet spot" completely the same with being emitted from the speaker in these positions. Therefore, the necessity that it should have a speaker at one or more places of the room is lost by the system.

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0007]

Although it is satisfactory about many applications, the necessity of reducing the requirements (requirements) about the number of the transducers of an array and those acoustic features is accepted keeping the quality of sound reproduction suitable. In order to make installation to the smaller room easy, it is desirable to reduce the size of such a whole system.

[0008]

Therefore, the purpose of invention is to make the system which can generate a surround sound from the single enclosure which improved the equipment of WO01/23104, and with which the number of size and transducers was reduced.

[Means for solving problem]

[0009]

(Outline of invention)

Invention is described by the attached Claims.

The amplifier system which according to the first viewpoint of invention is constituted so that a surround sound inputting signal may be received, Have the electric sound transducer constituted so that it may be arranged as a phased array and a surround sound may be emitted based on said surround sound inputting signal, and said array, The audio system which answers an audio input signal provided with many numbers of low frequency transducers, and generates two or more surround sound channels from one, two, or it which is arranged two or more high-frequency transducers and around said array is provided.

[0010]

An array arranges a transducer spatially, maintains a predetermined interval or distance between transducers, and is usually understood to be that by which all the transducers have turned the back to a flat surface of the array. An array of this invention is phase-ized by [ as described by patent application WO01/23104, and WO02/078388 which were referred to in a top, for example / single or a driving signal of a group's transducer is delayed ] (phased). A transducer of an array is providing all the transducers on a front face plate (front panel: front panel) of single housing or a mounting frame (mounting frame), and is arranged at the best at a planar array.

[0011]

It is the feature that the capability of a low frequency transducer to reproduce low frequency is improving compared with capability of high frequency of other array transducers which occupy most arrays. Generally having a lower cut off frequency as a thing which has a higher output-power-of-sound power level (SPL) in a low frequency area can define better low frequency reproduction. A transducer of lower frequency as a general rule or "Ufa", or [ that move air of more quantity compared with other transducers of an array, a diameter of a diaphragm is larger in operation, or distance of a transducer is larger ] -- or they are the both sides.

[0012]

As for the number of low frequency transducers,  $1/5$ ,  $1/10$ , or  $1/50$  are smaller than the number of high-frequency transducers which occupy most arrays preferably. An absolute number of high frequency or an array transducer is less than 200 preferably, and are less than 150 and less than further 120 more preferably. When vertical direction operation is not wanted whether to especially be needed, the number of array transducers may be 50, 30, or less than further 20. There is more minimum which generates a possible sound beam of direction operation preferably than five, and there is from 8 more preferably than further 12. [ more ] The number of low frequency transducers is less than 20 preferably, and is less than 10 and less than further 7 more preferably.

[0013]

In a desirable modification, the room arrangement of the high-frequency transducer is carried out closely (carrying out closely spaced:contiguity and estranged), and, on the other hand, its nearest distance between two low frequency transducers is larger than it. It is 50 mm or less preferably, and on the other hand, distance between the central point of a low frequency transducer of next doors is preferably larger than 100 mm, and that of mean distance between the central point of a high-frequency transducer of next doors is larger than 400 more mm.

[0014]

Although it is preferred to use only two as for a group of a transducer, in order to reproduce mid range frequency, it is also possible to use a group of a transducer beyond the third or it, and to assume a modification of invention. An array may be used in itself with the usual subwoofer which is not a part of array. About such a modification, the above-mentioned feature is applied also to these transducers that occupy most arrays, and these transducers of an array which conforms to reproducing a content of low frequency at the best.

[0015]

In order to use a low frequency transducer the optimal, preferably, an input signal is filtered for invention and a low pass filter system (LPF) which provides a low frequency transducer with one or more driving signals is contained in it. LPF is realized as a frequency crossover system which reduces a low frequency content preferably from a signal which should be emitted from a high-frequency transducer and to which a low frequency content is made to face mainly for reproduction by a low frequency transducer.

[0016]

Therefore, most transducers of an array are not used for reproducing the great portion of power of a low frequency content, but those specifications can be changed so that it may be optimized by reproduction of high frequency. A cross over frequency can be chosen in a wide frequency range.

[0017]

The transducer which reproduces low frequency better compared with the transducer which arranges an array transducer to the array of almost an ellipse form, and occupies the greater part of the array is added, By putting such a low frequency transducer on the circumference of said array, it was found out that it is possible to reduce the number of transducers needed for generating the beam of the possible audible sound of direction operation.

[0018]

The approximation thing of the ellipse form by a polygon like the discrete egg shape (descrete oval

shapes) and hexagon, or octagon which increases toward the middle of an array is mostly contained in the ellipse form.

[0019]

The desirable aspect ratio of egg-shaped or a false egg shape array is about 7:4, and another desirable aspect ratio is about 16:9. The direction in which the major axis of the case of both sides is preferred is level.

[0020]

However, if the number of transducers is small, an ellipse form will degenerate into the array of level 1, 2, or the 3 main lines of an array transducer which is a line array intrinsically. In order to reduce the distance between transducers further, those lines can be alternately placed so that a triangular lattice may be formed (staggered).

[0021]

In the further modification, level 1, 2, or the 3 main lines are line arrays intrinsically, and if it measures along with the both sides or both wings of an array further, the array in which the height of an array includes the central area, field, or interval exceeding nominal quantity is contained in the ellipse form. When it puts in another way, an array may have a two-dimensional aggregate larger than other portions of the array in the center.

[0022]

Although a low frequency transducer can be variously arranged as the bottom of an array, a top, or a sequence on either side, they are preferably placed inside the corner of the rectangle circumscribed to an egg shape array. There is an advantage of using the available field of the single front panel the optimal in arranging a low frequency transducer at the corner of the enclosure (envelope) of an ellipse form or the rectangle of an egg shape array.

[0023]

A low frequency transducer may be used for reproducing the central channel of surround sound inputting in another desirable modification of invention. It is exclusive to reproduce a central channel through a low frequency transducer (exclusive). In this case, or a low frequency transducer is a broadband transducer and, in other case, covers most audio spectra or all preferably again.

[0024]

If two, three, or four low frequency transducers or more are used, If it can be considered that they constitute a sub array and a low frequency transducer is near the end of a system, or the corner, they have big physical breadth relatively, and since they are so, they can form the beam of low frequency.

[0025]

a low frequency transducer at four corners of an array, [ locate namely, ] In the modification to which each corner position has or more one transducer, and most low frequency most [ all or ] are emitted from these Ufa, Unlike the radiation (the window function applied is disregarded for the time being) from the main transducer array which crosses the whole opening of an array and has uniform distribution, it turns out that this low frequency sub array is centralizing most most [ all or ] on the end. The effect of this is making remarkably narrower than the thing from the opening physically irradiated by the homogeneity of the same size the radiation beam from the transducer sub array which is fully separated and is located in a corner. Then, by this composition that equips a corner with a transducer, rather than uniform array structure, the tightness (tightness) of the low frequency beam which can be used is raised, and achievement is made possible, and it has the profits on very remarkable expense. The same profits are attained in the line array which equips each end of a line with a low frequency transducer.

[0026]

Once this advantage is recognized, when only suitable relative time delays the low frequency signals to various low frequency transducers, the direction operation of a low frequency beam and/or carrying out focusing, What can be carried out exactly the same with the main high-frequency

transducer array carrying out direction operation of the other frequency, and/or carrying out focusing (however, \*\*\*\*\* probably cannot be made comparable) becomes clear.

[0027]

The both sides of the direction operation of the beam of reproduction of the above-mentioned central channel and the main transducer array are related, and the bundle of the direction operation of this sub array, focusing, and a beam can be performed. By using the low pass (LP gas) filter function appropriately ready-formed in the signal path to each low frequency channel (shaped), The rate over the level sent to the high-frequency transducer in the array of the signal level of the arbitrary frequency sent to a low frequency transducer, The beam bundle effect of making it connected with a main array and driving a low frequency transducer is maximum-ized, and it is the room arrangement (spacing) (this) of a low frequency-high-frequency transducer. Since the diameter of a low frequency transducer is larger, the room arrangement of the high-frequency transducers which adjoin each other -- inevitable -- it is large -- it is changeable so that the level (level of grating sidelobes) of the lattice side lobe caused may be minimum-ized.

[0028]

In a modification of invention which especially has an advantage, a boundary of an array included to the outside circumference of an active diaphragm field of a low frequency transducer is determined by low frequency crossover. In this modification, size (length, width, or diameter) of an array is equal to a half of wavelength of a cross over frequency, or smaller than it.

[0029]

Instead, when having spread in a frequency range where a crossover is especially wider, first resonance  $F_0$  of a high-frequency transducer in an audio band region can define a cross over frequency technically. Distance between Ufa is set below to  $0.5 c/F_0$  ( $c$  is acoustic velocity).  $F_0$  can be practically transposed to  $F_c$  (cut off frequency) of a high-frequency transducer by this calculation in general.

[0030]

A side lobe can be further reduced by filling uniformly with a high-frequency transducer space or a field between low frequency transducers placed in this way.

[0031]

in another working example of invention, a high-frequency transducer is almost equal in the range of frequency of  $F_0$  or less than  $F_c$  -- or "flatness" -- a response, [ maintain and ] In order to compensate a phase shift between the Ufa output signal and an output signal of a high-frequency transducer simultaneously, a potential side lobe is reduced by what (or an equalization stage is used) is amplified. A phase shift filter is contained in this modification in a signal path to Ufa, and radiation of Ufa is made to follow the same phase shift as a high-frequency transducer certainly preferably.

[0032]

In another working example of invention, restrictions that separation of the maximum of Ufa must be  $\leq 0.5 c/F_0$  are eased as follows, without causing a strong lattice side lobe. A small section of a transducer provided with a main array located in the center of an array and the surroundings of it, It is replaced with a transducer of a wide band rather than having lower resonance frequency, for example,  $F_0'$ . A center section of this main array on frequency which falls in less than  $F_0$  till a place (for example,  $F_L$ ) lower than  $F_0'$  or it at least. If it can contribute to a big sound power output and a compensation equalization filter is used, Ufa may be separated in as large a distance as  $c/F_0' \gg 0.5 c/F_0$ . Clearly, a cross over frequency for this subset (subset) of a main array is less than  $F_0$ , and should be reduced even by  $F_L$  low to  $F_0'$ . This approach that reduces a lattice side lobe, Instead, it is expanded by inserting more patches of a broadband array transducer than one, and the room arrangement of these patches is preferably carried out almost equally covering width and height of a



main array depending on how many patches are used. And separation of Ufa is increased still more nearly further.

[0033]

Preferably, larger room arrangement is performed toward the circumference of an array, and when an array is crossed and an array transducer is positioned unevenly, there is an advantage still more nearly further. There is an effect of reducing a side lobe which is not desirable in this.

[0034]

The quality of a beam of a sound beam generated by array improves further by using a window function which smooths an end of an array. Suitable window functions which will taper off if it separates from a center region are a cosine window, the Hanning window, and other same window functions, for example.

[0035]

A window function is realized by performing a weighting preferably by a factor which depends for an output swing of a transducer on a position of a transducer in an array.

[0036]

Thus, it is possible to generate true surround acoustical environment from a case of size of the usual television in listeners' position. Without using only a number to which it is high frequency, therefore an array of a \*\*\*\*\* transducer is used relatively, it is a low frequency wave, therefore an expensive transducer was restricted relatively. Invention can be used for a compact surround sound system which positioned all them in a front face of a system. A television monitor can be carried on a system or in the bottom, and a refreshable unit can be simultaneously formed for video and audio information. Or expense can be further reduced by making it couple directly with a transducer array, sharing a power supply unit and an outer frame (casework), and reducing external wiring and connection.

[0037]

Instead, beam direction manipulative capability can also be used for "double monophonic (dual mono)" mode which emits an audio channel of two or more different sources in the two different directions. This alternative working example is useful combining a split screen or multiplex window television which can emit an audio signal relevant to each window in the direction different, for example towards a different hearer.

[0038]

A high-frequency transducer is chosen to performance and (low) expense. An effective radiation radius of a transducer is in the range of 10 thru/or 50 mm, and is in the range of 20 thru/or 40 mm more preferably. An array of such a transducer is suitable for a surround-sound system in setting out the inside of a home, or indoor [ other ] (for example, office). The sound projector (Sound Projector) at a bigger place. For example, it is a theater, or if it is designed so that it may be used as the public address system (Public Address system), as for a bigger array transducer of not less than 50 mm, for example, a diameter, even a thing not less than 100 mm in diameter will be used further.

[0039]

The array of this invention is a flat surface (that is, all the transducers are arranged at the same flat surface), or a false flat surface (that is, arranged at the composition which a transducer is substantially arranged at the same flat surface, or is considered to be a flat surface for practical use) preferably. Each transducer has a normal axis vertical to the flat surface of an array and preferably, parallel to each normal axis of other transducers in an array.

[0040]

The invention can generate the beam of at least two sounds simultaneously again. Have a speaker system containing the array of an electric sound transducer in which at least one direction operation of said beam is possible, and a set of the first of said transducer. Substantially, it is an impossible high-frequency transducer to emit a low frequency sound, and a set of the second of

said transducer, Are a low frequency sound the possible low frequency or the broadband transducer of emitting, and in said system. A low frequency content is filtered from the signal beforehand set to be emitted by the high-frequency transducer, and the filter system added to the signal which has set said low frequency content emitted by the low frequency transducer beforehand is contained.

[0041]

It becomes possible for the high-frequency transducer of a low price to form most arrays more, and to output all the low frequency signals by this composition, using a set smaller than that of low frequency or a broadband transducer. Preferably, these transducers can be in the circumference of an array and can make the directivity of a low frequency beam into the maximum.

[0042]

In the modification of low cost, an array is especially a line array which has 1, 2, or the three horizon. It becomes possible to make it point perpendicularly to a beam by this in the horizontal plane which does not almost have possible directivity.

[0043]

Invention consists of a speaker system provided with two or more transducers arranged at line array form again, and the room arrangement (spacing) of the average between transducers increases toward the end of an array.

[0044]

Side lobe power can be effectively reduced by the uneven room arrangement of a transducer, and it is especially useful to the application of a double monophonic recording.

[0045]

Invention consists of the method of generating the beam of a sound using the array of an electric sound transducer again, and this method, The signal beforehand defined for the high-frequency transducer is filtered, a low frequency content is removed, and it has a step added to the signal which has defined said low frequency content beforehand for the low frequency transducer.

[0046]

Invention consists of a method of generating a beam of two sounds to two listeners' each using a line array arranged horizontally, and said method, The first audio program is turned to the first listening position, and it has a step which makes a listening position from which the second differs the second audio program turn to.

[0047]

These and a viewpoint of other invention become clear from detailed explanation of the following about an example which is not restrictive with reference to the following schematic views.

[Working example]

[0048]

(DETAILED DESCRIPTION)

With reference to drawing 1, the transverse plane 100 of a well-known transducer array speaker system is shown. Generally in the following, this system and the new system by a modification of this invention are mentioned with a "sound projector."

[0049]

The array 110 of the 254 transducers 111 in which each has a diameter which is 35 mm is contained in the sound projector system of well-known of drawing 1. The transducer is arranged at the lattice of the triangular pitch provided with a rectangular enclosure or edge. Array 110 the very thing is arranged on the rectangular substrate 101. The sizes of the whole substrate are 900 mm in length, and 552 mm in height. The transducer 111 is usually equal and performs good sound reproduction over almost all the audio spectrum. Since the size of those diaphragms is small, relatively, the transducer 111 which needs to enlarge distance (travel) of movable coil systems, needs to attain sufficient power, and is so used in a well-known design is difficult to manufacture, and it is comparatively expensive.

[0050]

2D array of the broadband transducer by which room arrangement was carried out uniformly is provided by conventional technology. Using it, the beam of one or more possible sounds of direction operation is generated, and it reproduces one or more channel audio signals, for example, a stereo, or one or more channels of a surround sound continuously. By a beam's crossing an array and inserting the time delay for every transducer, direction operation is carried out and the multiplex simultaneous beam of a predetermined array is generated by linear superposition. However, in order to succeed technically and commercially and to carry out the possible equipment of such direction operation, some problems [ like ] described below must be conquered.

[0051]

Definition :

DSP Specific working example of a digital sound projector, i.e., a multiplex beam, and the possible sound phased array speaker of direction operation.

HF High frequency [for example, >2 thru/or 4 kHz]

LF Low frequency wave [for example, <300 thru/or 500 Hz]

MF Intermediate frequency [between LF and HF]

[0052]

The following are among the problems which should be solved.

Simply good directivity is attained by - low cost.

A low side lobe level is attained by the transducer of - small number.

Good LF performance is attained by - low cost.

Such a useful DSP small enough is made that it is settled in the outer frame of a \*\*TEREBI screen.

Simultaneous double monophonic audio performance is made possible by - low cost.

[0053]

(The number of transducers, and arrangement)

The number of the transducers which form an array is proportional to the area of an array, and in inverse proportion to the square of separation between transducers. The side lobe (lattice side lobe) of the beam which is not desirable is generated by the array on the frequency exceeding critical frequency  $F_c$ , and  $F_c$  is the frequency of the sound wave of the order as separation between

transducers with same wavelength here. It is the same as the desirable main beam, or these lattice side lobes are the things of similar intensity, and are the things of the same (thin) beam width.

Since that is right, it cannot ignore easily.

In order to minimum-ize the harmful effect of these lattice side lobes, it is necessary to make separation between transducers as small as possible, and to make  $F_c$  as high as possible.  $F_c$  is  $\geq$  20kHz ideally, namely, although audibility is exceeded, transducer separation of about 17 mm or less is needed by this, and the separation is an order of the 20-kHz wave length of sound in the air here.

[0054]

Although the maximum of the diameter of a transducer is determined by this maximum of transducer separation about 2D array of a flat surface or a curved surface, it is because it stops suiting the array of it physically simply when a transducer becomes large. The expense and complexity of a transducer provided with predetermined performance (for example, the sensitivity, maximum power capability, and bandwidth of dB/W in 1 m) will increase very steeply, if the physical size is reduced, but. the cause needs a very big excursion for big LF output from a diaphragm small [ that low frequency sensitivity is proportional to the square of the area of a diaphragm ] -- it -- a shortly very long magnetic gap -- or it is that a heavy, inefficient, very long coil is needed.

[0055]

The expense and complexity of an array and its drive electronic circuit C increase to linearity mostly with the number of transducers needed to the type of a predetermined transducer. In an analytic form, it is the area A about the size of a characteristic enclosure, and 2D array of the width

W and height H (although it is actually a rectangle and will not be),

$$A=kWH$$

(here, it is  $k<1$ ) about other forms like [ array / rectangular ]  $k=1$  and an ellipse form array. if  $c$  is the acoustic velocity ( $\sim 340$  m/s) in the air and  $F_h$  is the highest frequency in which direction

operation should be carried out by the array which is not provided with the side lobe which is not desirable -- the transducer separation  $S$  -- it should follow

$$S \leq c/F_h$$

(here,  $c/F_h$  is wavelength) in the air of the sound of frequency  $F_h$ . This result is cautious of being realized about the case where direction operation of the beam is carried out in accordance with an array axis at right angles to an array. If only a certain angle  $b$  shifts from an axis and direction operation of the beam is carried out, a side lobe must appear first at  $-90$  degree to an array axis, and  $S$  must be reduced further, and a side lobe must be eliminated. A beam shifts from an axis  $90$  degrees, and if direction operation is carried out,  $S$  must fill  $S \leq c/2F_h$  in order to prevent a lattice side lobe. Although only the case where a beam is on an axis by  $b=0$  below is taken into consideration, the same consideration as the above is applied still more.

[0056]

If it does so, the round numbers of the transducer in the array  $N$  will be given by the lower type.

$$N=k(W/S)(H/S)$$

And in each size, it revalues to the nearest perfect transducer,

$$N=k\text{Round}(W/S)\text{Round}(H/S)$$

(Here, Round( $x$ ) is an existing suitable roundup function which changes the independent variable into a neighboring integer).

[0057]

If description when saying that the expense  $C$  is proportional to several  $N$  of a transducer finally is recollected,

$$C=jN$$

Here,  $j$  is a proportionality constant of a certain approximation. Then, several  $N$  of a transducer needed is proportional to  $k$ ,  $W$ ,  $H$ , and  $F_h^2$  approximately (because,  $S \leq c/F_h$ ).

[0058]

On the other hand, beam direction operation performance of an array is proportional to the breadth, namely, such a possible level beam width becomes narrow, and such a possible vertical beam width becomes narrow that a value of  $H$  is large that a value of  $W$  is large. maximum-directions operational frequency which is not provided with a side lobe which is not desirable becomes high, so that a value of  $S$  is small, and a value of  $F_h$  is large as a result and. Thus, profits of expense/performance are the compromise matters between making these values smaller and enlarging more. There is no "optimal" solution and there is only a group of a solution which provides performance whether it is high or low, to expense of whether it is high or low.

[0059]

In order to express simply (accepting it), in the above-mentioned, a transducer is cautious of having assumed that it was what has been arranged at a lattice of a horizontal and vertical rectangle (and actually square). Practically more good uniform transducer arrangement is possible, arrangement of a triangle lattice is also included in it, and the direction of the lattice is chosen so that an effect which is not desirable as for a side lobe generated may be minimum-ized. In such each lattice arrangement, although it differs, same formula is applied, and all they are contained in this invention. Only square lattice arrangement is described for lucidity.

[0060]

The figure which serves as some examples only for the purpose of illustration is given. The rectangle of a sample and a square-lattices array have a near size of  $W=800$  mm, and  $H=600$  mm, and  $F_h$  is

chosen so that it may be set to  $-8\text{kHz}$  (direction operation performance [ of a full range ] – it is [ that it is a pair – ] suitable extraordinary compromise of the availability of a transducer with a small diameter). If it does so,

$$S \leq c/F_h$$

Since come out and it is,

$$S \leq 340 / 8000 - 42.5 \text{ mm}$$

$S = 40 \text{ mm}$  is chosen in consideration of practicality. Then, it is since it is  $k = 1$  about a square-lattices array,

$$N = k \text{Round}(W/S) \text{Round}(H/S)$$

$$= \text{Round}(800/40) \text{Round}(600/40)$$

$$= 20 \times 15 = 300$$

When it does so, such an array About 300 transducer, Since the array of a separate amplifier (a total of 300 pieces) and 300 amplifiers which drives each transducer is driven, many signal-processing channels (it is dependent on the number of the source channels of an input audio) are needed dramatically. this is clearly complicated -- probably -- \*\* -- it is an expensive system. [0061]

About reproduction of only a signal of only a stereo, or a stereo signal plus central channel. what (when a channel sound beam on either side rebounds by a reflector of a wall on either side or others of a listening field) a sound beam with a level narrow size acts good -- further, When a vertical beam width makes reproduction successful, it is relatively found out from modeling, analysis, and an experiment that it is not important, either. Then, in order to reduce expense and complexity of an array which have only low influence for performance of an audio, a size (height) of  $H$  array is greatly reduced to a size (width) of  $W$ , then it can be mostly in direct proportion and expense and complexity of an array and its electronic drive circuit can be reduced. In a limit,  $H$  is not reduced rather than it, although the following values are reduced,

$$\text{Round}(H/S) = 1$$

That is because it must be the size same at least as vertical breadth of an array transducer used, and a size of  $H$  then, a vertical array beam width, It is considered as a size which is almost the same as each transducer beam width, and there is a transducer of one a "line" intrinsically. [0062]

Depending on an array lattice pattern used, these are not necessarily on a straight line, and a triangular lattice may be used, for example. In this case where it is restricted, it is the expense  $C$ ,  $C = jN = jk \text{Round}(W/S) \text{Round}(H/S) = jk \text{Round}(W/S)$

[0063]

It is also found out by modeling, analysis, and experiment that a perfect surround sound is also often reproduced in the inside of a success by the array by which such height was reduced, or RHA.

These arrays also have  $H-S$  skill almost equal to the room arrangement of a transducer with level  $H \ll W$ , for example,  $H < W/4$ , or [ less than  $H < W/8$  ], and still more nearly vertical size. such an array not a large straight beam but a thin horizontal beam, [ generate and ] The vertical fan beam (.) which passes over listeners to the either side of the listening fields namely, -- level -- narrow -- vertical -- it is large -- it turns and they face to the side attachment wall behind a listening field, or a back wall -- on the way -- he coming out, and listeners not hearing it and, And when it is the listening environment which generates the effect needed for a surround sound because it rebounds with a side attachment wall and/or a back wall and returns behind behind listeners to listeners, a surround sound is generated to the inside of a success.

[0064]

Thus, in one viewpoint, performance acceptable at low expense is relatively provided by invention.

[0065]

(Size of a transducer, and selection)

As mentioned above, a broadband array transducer with a small diameter (that is, from LF to HF is

covered), Although LF end is especially covered, expense starts, as the whole array, it is difficult, and although made, it requires expense, it is because they need a very big excursion, and consumers do not use it for it widely.

[0066]

What is necessary is just to add one or more LF transducers which reproduce all the LF audio ingredients, in order to solve this problem. And the remaining array transducer needs to reproduce only inside and high frequency, and an easy transducer of low cost is enough as it. desirable -- LF transducer ("Ufa") -- exactly -- the inside of a boundary of an array -- or it is placed around. These are used for reproducing all the LF signal components (it is this context and LF means about 300 thru/or less than 400 Hz) from all the audio channels that should be reproduced.

[0067]

Generally for good LF reproduction, Ufa has a bigger diameter than an array transducer. It avoids that a lattice side lobe which was probably produced if it called off that close uniform room arrangement of an array transducer was confused, then Ufa was placed into a main part of an array by putting Ufa on the circumference of an array and which is not preferred adds and arises.

[0068]

Several kinds of ways can perform distribution of LF ingredient. When the easiest, LF ingredient is filtered and taken out from each audio input channel, and is distributed to one or more Ufa. If refined, LF audio ingredient will be distributed to one or more Ufa located in the left of an array from a channel of the forward left and the left rear, and it will distribute to Ufa located in the right of an array from a channel of the forward right and the right rear. Separation to right and left of an audio signal is raised by this. In such equipment, LF audio ingredient of a central channel is distributed at best [ convenience ] almost equally to Ufa located in right and left of an array. If furthermore refined, LF ingredient of a central channel can be rather distributed to a small group of a broadband LF possible array transducer a center of an array, or near it on the whole or selectively. However, such a central LF array transducer, If room arrangement of an array transducer needed is not disturbed, it becomes what has a small diameter inevitably, expense increases rather than the remaining array transducer, and/or that is right to a complicated thing.

[0069]

(Front channel)

When an array is placed near the listening room a corner (contrasting with one middle of a wall), or near it, finding out a suitable rebound-phenomenon point for a sound beam showing the forward left and a forward right (stereo or surround sound) channel, it is more difficult for a beam orbit which reaches listeners from the forward left and a forward right position namely, -- to be made to be included, and it obtains from a right direction.

[0070]

for solving this problem -- bigger LF transducer than those [ at least two ] -- exactly -- the inside of the boundary of an array -- or, although it is the circumference, What is necessary is to position dominant in the right-and-left side of an array, to add, and just to reproduce all the spectra of the forward left (that is, other things of an array do not use), and a forward right channel only using these transducers (respectively).

[0071]

It is convenient if the response of a full range (that is, HF means from 15 kHz to 20 kHz from LF to HF here) is possible also for these LF transducers. Preferably, LF transducer in this purpose is a broadband transducer like Ufa equipped with the "Heuser (whizzer)" corn.

[0072]

If bigger LF transducer is unable to reproduce the audio channel bandwidth of the forward left and the forward right instead, they, It may be used or more with regards to one of the array transducers nearest to each of LF transducer, and a zone split filter, /which adjoins the ingredient above LF respectively towards LF transducer of right and left [ LF ingredient of a channel on either side ] --

it turns to each of one or more nearest array transducers. Thus, a forward left channel is dominantly emitted from the left end of an array, and a forward right channel is dominantly emitted from the right end of an array, and gives the rendering in which the usual L of 2 or many sources of a channel and acceptance of R stereo ingredient are possible.

[0073]

The more the physical separation of LF transducer of this approach is large, when being used for especially reproducing a sound together with a picture the more, it is connected with the visual display screen (TV) of the newest 28" thru/or 40+", and acts better. However, it is applicable again, even if separation of LF transducer is smaller. Spatial separation of the sound stage of the right and left recognized by listeners is further raised by using either usual and a well-known wide stereo signal processing algorithm.

[0074]

(Uneven array)

The expense and complexity of the height reduction array for surround sounds are too high still more for equipment for general consumers with dramatically large capacity like a TV receiver. In order to be able to perform such equipment, it is required to reduce the number of a transducer, a drive amplifier, and signal-processing channels as much as possible, to minimum-ize expense, and to, maintain as highly as possible separation of the channel of the forward left, a center, the forward right, the left rear, and the right rear on the other hand. It is desirable for application to have as large if it is wide screen TV (for example, plasma screen of 42") an array as almost the same as the screen, for example, and for the sound of all the front channels to cross screen width nearly thoroughly, and to distribute it. If the greatest room arrangement S (it is mentioned above and the lattice side lobe which is not desirable is prevented) of a permissible transducer is given, The minimum several  $N \geq \text{Round}(W/S)$  of the transducer is suggested by this, and then, for commercializing, the inclusive charge  $C (= jN)$  will become large too much. A actual example:

Assume what is a display screen of the diagonal line of 42", and the aspect ratio of 16:9, and is set to  $W = 930$  mm. If it is  $S = 40$  mm from the Reason for selection of the transducer on sound, it is in the same height  $H$  as a screen, i.e., an  $H = 523$ -mm perfect 2D square-lattices array,

$N = k \text{Round}(W/S) \text{Round}(H/S)$

$= 1 \times \text{Round}(930/40) \text{Round}(523/40)$

$= 23 \times 13$

$= 299$  transducers

\*\* -- it becomes required.

[0075]

Even in a case where there is limitation that height  $H$  of 2D array is reduced by height of one (in an example of these square lattices) transducer, it is in this still more,

$N_{\min} = \text{Round}(930/40) = 23$  transducer

It is needed together with \*\*, a drive amplifier of 23, and many signal-processing channels (with a sound beam system by which direction operation is carried out to five steps, it is a signal-processing channel of  $5 \times 23 = 115$  at the minimum).

[0076]

A potential solution of this expense / complexity problem is described here. In the first place, use the above-mentioned approach, and an array transducer Low-price equipment and LF audio ingredient without LF, if possible (for a stereo and/or surround sounds), it will be used for reproducing the perfect forward left and a forward right channel in right and left ends of an array -- it is realizable by a bigger diameter, LF, or a broadband transducer of a couple at least. However, even in a case (an array is the height of one transducer) where height is limited, about many array transducers and examples shown exactly, an array transducer of further 21 [ a minimum of ] (or -- about it) is required for such techniques between LF transducers still more. If room arrangement S of an array transducer is increased, can reduce expense and complexity, but. If room arrangement S



of a transducer is increased exceeding 40 mm which is a design target, Listeners one person intentionally When removing the above or all the members (for example, meant so that it may be audible only after a channel beam of the left rear or the right rear rebounds at a wall or the ceiling once or more), [ the direction of an intended beam ] A side lobe with an unacceptable perfect amplitude of not less than about 8 kHz often directly turned to listeners is generated.

[0077]

Although the solution is reducing the number of transducers in an economically acceptable number, for example,  $N_{red} < N_{min}$ , Without using the room arrangement between uniform transducers like usual, the room arrangement between transducers is made uneven, and it is increased as the pair separates the room arrangement between the pairs of the transducer which especially adjoins from the center of an array. It is what the effect "makes indistinct for" a lattice side lobe, and those maximum amplitude is reduced and those restrained effects (nuisance value) are reduced by it.

[0078]

Many methods are to attain this effect and those some, It is useful about this point, namely, by them, arrangement covering [ that the number of the whole transducers is smaller ] predetermined length (or height) or the whole array size is enabled, and, on the other hand, generation of the lattice side lobe beam of the total amplitude which is not desirable is avoided. Although one especially useful composition is described below, the process has described one of the main sizes of an array (about the array of for example, a square/rectangle, it is one of the three main directions of the array of width, height, or a triangle) here.

- i) Determine whether first to make into even number the number of transducers used in this size of an array, or consider it as odd number.
- ii) If the number is even, the room arrangement of a pair of first transducer (center) will be uniformly carried out about the center line (it can set in this size) of an array, and if the number is odd, the first transducer will be placed in the center of an array in this size.
- iii) Next, in the case of odd number, in the case of even number, the remaining transducer all the transducers, Using the transducer driven uniformly, the average array amplitude density which meets this size distributes so that a useful aperture illumination function (aperture illumination function), for example, a rectangular cross, cosine, Hanning, humming, a gauss, etc. may be resembled. One method of opting for such room arrangement composition is described below.

[0079]

In the modification of composition of having been described exactly, different power levels supplied to one or more of the transducers are used (because, probably). [ \*\* and ] For example, one of the transducers the end of such an array or near it like [ at Ufa and the time of being broadband Ufa if possible ], In [ since there is a different transducer provided with bigger power handling capability \*\*\*\*\* again, come out, and ] the composition of a certain modification of this, Perform special power to each transducer which the same target is held up, namely, is chosen for other Reasons of these, or distribution of amplitude, and the average local amplitude density of an array by the suitable room arrangement of a transducer. It shall be closely followed by the desirable aperture illumination function, and generally, A transducer provided with higher amplitude rather than a thing without that right. the transducer which becomes that by which room arrangement is carried out more greatly from what adjoins them and by which amplitude is reduced will carry out room arrangement soon by what adjoins them (namely, -- rather than being able to set in the composition which is not the first modification).

[0080]

The main advantages of the room arrangement composition distributed such, The lattice side lobe (the critical room arrangement frequency is exceeded) to which the room arrangement of the narrow total amplitude generated by the regular array was regularly carried out by it, Let the effect which is changed to the side lobe of the room arrangement to which wide low amplitude was distributed, therefore what it specifies every one direction and "being pointed out for (point) out" out does not



have, then is recognized by side lobe "inside" (within) listeners be a smaller thing.

[0081]

The one useful method of choosing the room arrangement of the uneven array transducer by the above-mentioned composition is described here. Although one-dimensional array structure provided with the amplitude of a transducer uniform for simplification is described, that method is provided with uneven transducer amplitude, and is easily generalized by two dimensions or more than it, and those composition is also a part of this invention.

[0082]

The essence of this composition the average by the local (it adjoins) transducer of the source amplitude density (1-D array) of linearity, or a partial source amplitude density (2-D) array, It is a useful window or an apodization function (apodisation function), and is making that by which cosine, Hanning, and a gauss are contained in the usual example follow. In the portion of these array openings with a lower apodization function, those separation is larger about the transducer generally driven uniformly (and generally these functions decrease gently-sloping toward the end of an array from the center of an array).

[0083]

One specific working example is described here. (It uses as what shows that y integrates x with x for the following notation  $y = \int_a^b x$  restrictively between ultimate  $x=a$  and  $x=b$ .)

A) Choose the array length L [length unit] and define scaling coefficient  $S=1/L$ . Array length defines the distance unit x by which scaling was carried out as being set to 1.

B) Choose an opening weighting function ( $\pi x/2$ ), for example,  $W(x)=\cos$ .

C) Choose several N of a transducer in an array.

D) Regard a \*\*\*\*\* transducer with a number as 0, 1, 2, and N-1 at  $x=X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ , and  $X_{N-1}$  [NB in a distance unit by which scaling was carried out].

E) Considering it as  $A = \int_{X_0}^{X_{N-1}} W(x)$  from  $x=X_0$  to  $x=X_{N-1}$ , namely, being needed in the sum total of window amplitude,  $=A/(N-1)$  an opening between a pair of (N-1) each of a transducer of adjoining  $X_i$  and  $X_{i+1}$  -- an average -- a sum total opening -- equal -- contribution  $y(i)$  -- carry out.

F) And set to  $X_0 = -1/2$  and the first transducer is in  $x=-1/2$  by definition.

G) [which calculates  $X_1$  so that it may become  $y(0) = A/(N-1) = \int_{X_0}^{X_1} W(x)$  from  $x=X_0$  to  $x=X_1$  -- it is cautious of this analyzing and solving it simply about integrable window function  $W(x)$ .] [solve / about a more complicated window function / calculate and] is easier.

H) calculating the remaining  $X_i$  continuously from  $i=2$  to  $N-1$  by same calculation -- namely

It is  $y(i-1) = A/(N-1) = \int_{X_{i-1}}^{X_i} W(x)$  from  $x=X_{i-1}$  to  $x=X_i$ .

I) Approximate appropriately, and it is called for that it is  $X_{N-1} = +1/2$ , namely, the Nth transducer is at the end of a unit-length array. And the position in the [length unit] of the transducer in an array is searched for by breaking  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ , and  $X_{N-1}$  by S.

[0084]

Actually distribution of the additional useful room arrangement of a transducer, It is generated by defining the linearity parameter R and  $0 \leq R \leq 1$ , and  $R=0$  makes uniform room arrangement here, and it is found out that  $R=1$  is what makes completely uneven room arrangement which is calculated by said method. In the first place, weighting function  $W(x)$  is transposed by  $W'(x)$  of the version normalized as follows.

$1 = \int_{X_0}^{X_{N-1}} W'(x)$  from  $x=X_0 = -1/2$  to  $x=X_{N-1} = +1/2$

Similarly, it is uniform or it turns out [which was normalized] that weighting function  $U'(x)=1$  of a rectangle has the following characteristic.

$1 = \int_{X_0}^{X_{N-1}} U'(x)$  from  $x=X_0 = -1/2$  to  $x=X_{N-1} = +1/2$

And in the upper steps G and H, the following is used instead.

G) Calculate  $X_j$  as follows.

$$y(0)=1/(N-1)=(1-R)\text{integral}(U'(x))+R\text{integral}(W'(x))$$

Here, both integral(s) are about from  $x=X_0$  to  $x=X_1$  like [ front ].

J) calculating the remaining  $X_j$  by the calculation same from  $i=2$  to  $N-1$  one by one -- namely

$$Y(i-1)=1/(N-1)=(1-R)\text{integral}(U'(x))+R\text{integral}(W'(x))$$

However, it finds the integral from  $x=X_{i-1}$  to  $x=X_i$  again.

[0085]

then, the thing the value of  $R$  is chosen [ a thing ] for an infinite set of distribution of the room arrangement of such a transducer like  $0 \leq R \leq 1$  -- each -- it is calculable about all opening weighting function  $W(x)$ . It divides about application of a kind of everything but this Description which is being explained by the way, and useful array structure is made by the specific value of  $R$ . For example, if [  $W(x)=\text{Cos}(\pi x/2)$  ]  $R=0.8$ , spatial distribution of side lobe energy with suitable low maximum peak side lobe amplitude to provide two listeners' (or more than it) each with a simultaneously different program will become very large, but. However, many of other values of  $R$  have a useful effect, and it they, Another program (or another portion of the same program) which performs the above-mentioned algorithm by computer, and carries out the modeling of the form of the beam generated by such array, It is chosen by using the output value of  $X_j$  about the input position of a transducer.

[0086]

The set from which the uneven room arrangement composition of the transducer which has the slightly different characteristic differs is based on the geometric sequence of numbers of the room arrangement of a transducer pair which begins from the center of an array and continues.  $j$  is a number (.) of the first transducer of a center or its right. Namely, the pure geometric sequence of numbers by which it is  $j=N/2$ , or  $(N+1)/2$ , and the transducer to which the number of less than  $j$  is given is positioned in mirror symmetry about the center of an array (here) the ratio to  $(X_j - X_{j-1})$  of  $(X_{j+1} - X_j)$  --  $j$  --  $<$  --  $=i \leq -1$  -- a constant -- it is -- a good result is obtained and it has the specific characteristic of reducing greatly the amplitude of the skirt of the first beam, and the amplitude of a lattice side lobe. The parameter  $R$  which makes smooth mixing purely after all between the room arrangement ( $R=0$ ) of a uniform array, and the room arrangement ( $R=1$ ) of the geometric sequence of numbers of uneven room arrangement. The countless set of another room arrangement which defines as the functionally same method as the above-mentioned thing, and can be chosen so that what poses a problem most in predetermined application in any features of a beam and a side lobe with all the values of  $R$  which is in between may be optimized arises. The room arrangement of an uneven exponential transducer can show that it is equal to the room arrangement of a geometric sequence of numbers.

[0087]

By the geometric sequence of numbers of the distance of the transducer which continues from the center of an array, a symmetrical thing is too used in a further different set of the composition of the uneven room arrangement of a transducer about the center of an array. The pure geometric sequence of numbers by which  $j$  is a number of the transducer of the beginning of a center or its right, and the transducer to which the number of less than  $j$  was attached is positioned in mirror symmetry about the center of the array (here) the ratio to  $(X_j/X_{j-1})$  of  $(X_{j+1}/X_j)$  --  $j$  --  $<$  --  $=i \leq N-1$  -- a constant -- it is -- it is useful again and obtains. The parameter  $R$  which produces after all smooth mixing between the room arrangement ( $R=0$ ) of a uniform array, and such a geometric-progressive sequence of numbers ( $R=1$ ) that has distance from a center. It can define by the method functionally same with having mentioned above, and an infinite set of another room

arrangement arises with all the values of R which is in between.

[0088]

Similarly, with another room arrangement composition, the room arrangement of the following forms is used still more, and p and q are constants here.

$$(X_{i+1} - X_i) = p \log(I_q)$$

After all, in specific environment, such room arrangement composition has the range of the characteristic of a useful beam shape and a side lobe form.

[0089]

The effect which makes these selections so that the room arrangement of the array transducer may be carried out unevenly appropriately, A lattice side lobe says that it is not perfect amplitude (namely, the same intensity as the desirable main beam) any longer, and they, Rather than signal beam amplitude, by at least 5 dB, amplitude may be reduced by the Maximum Sidelobe peak amplitude so that it may generally decrease low by 10 dB. Then, the number of the transducers in such an array in which minimum acceptance is possible already, A compromise are not by the ratio (namely,  $-W/S \times H/S$ ) to the greatest room arrangement that can permit the size of the enclosure of an array, and dramatically selectable between a small number of transducer and acceptable signal-noise ratio (the signal in this case is a sound of the audible level from a desirable direction.). the sound of the audible level from the side lobe of the beam made indistinct [ a noise ] -- it is -- it is controlled.

The further flexibility is applied to balancing expense with the designer of an array to performance by this.

[0090]

These improvement in array performance is attained without using additional signal processing. Namely, in order to attain these advantages, it is necessary to apply only the delay of a signal which became independent of frequency. It is cautious of there being no necessity of adding an excessive filter special to each transducer drive channel (to except for the simple amplitude weighting function which can probably be performed by a case in minimum additional calculation or the electronic circuit of a kick), then not undertaking additional expense.

different sound of this is in each other quite in the neighborhood -- it differs -- it turns to listeners -- the array is used for the thing -- it divides to a case, and is worthy and it is when the performance described by patent number WO01/23104 by the same applicant is special.

[0091]

For example, the array by which room arrangement is carried out first uniformly to the listeners L1 of one person who is in the end of a sofa audio program AP1 (connected with video program VP1 displayed on the screen in the place which is probably visible from the sofa of \*\*\*\*), and -- probably -- \*\* -- audio program AP2 (probably it is related to \*\*\*\*\* and video program VP2 which exist at the time and which are the same or are displayed on another screen) by the second sound beam to the second listeners L2 who are in the other end of the same sofa. The case where it is a time of to provide being desired is assumed. The two listeners define the angle A which exists at the center of an array in a level flat surface (it is in height which is different if one listeners are sitting on the floor as a possibility although it is and is the usually almost same level height).

[0092]

When only the same angle A is separated from the main beam including the frequency Fx whose beam turned to L1 is higher than  $F_c$  so that the side lobe of Fx may be turned to L2, to L2. Although it is large, the frequency which the program audio of L1 of the frequency Fx can be heard by maximum power, and adjoins Fx of the audio program of L1 can be heard on the level reduced more, as it differs in frequency from Fx. This interference may be very loud. Some frequency Fx1 to which this happens simultaneously with the specific value of  $F_c$  about an array and listeners' separation angle, Fx2, \*\*\*\* with \*\*. It contrasts with happening, when using the room arrangement of the

uneven transducer by which the array of the size same as a whole was designed good in this case.  
[0093]

-- when there is no frequency  $F_x$  to which it is made not to mean here and L1 hears the program of L2 with a maximum level -- in an uneven array, the number of transducers is actually reduced greatly -- \*\*\*\* (comparing with the number in an array with same uniform size). the level recognized by the listeners who meant the unnecessary side lobe level which reaches the listeners who do not have intention -- 5 dB -- or it can design low more. When it does so, as for improvement of this performance, expense starts more, and it is dramatically worthy in a complicated and uniform array.

[0094]

When separating better a direction which reaches listeners and using an uneven array for multiplex beam surround sound performance, same advantage of reducing interference of a side lobe is acquired.

[0095]

(Modification of an uneven array)

Two more useful modifications of an uneven array, a thing which made size of a transducer uneven, and what has an unsymmetrical position of a transducer are described here.

[0096]

In the above-mentioned uneven array, the room arrangement of the array transducer will be carried out more in the center soon, and room arrangement is more widely carried out towards an end of an array. Therefore, it is possible to equip with a bigger transducer than that of a diameter a position separated from the center. A diameter of a transducer can actually be gradually enlarged towards an end as room arrangement increases gradually towards an end. I hear that it has bigger sensitivity and the efficiency which improved more, and a bigger transducer than that of a diameter can generally make expense almost the same compared with a transducer with a small diameter, and it has an advantage. Then, the whole performance can be improved, without almost or completely increasing expense.

[0097]

In an uneven line array described until now, in general arrangement of a transducer, a pair of the transducer has bigger separation as a pair of an adjoining transducer separates from a center of an array. This is in a tendency looked at by array symmetrical about vertical Chuo Line.

[0098]

If the heterogeneity of room arrangement of a transducer located in the either side of the centers of an array is not symmetrical about a center, that is, a position of a transducer is not a mirror plane image about a center -- if it becomes, the further reduction of the Maximum Sidelobe value can be attained (that is, a side lobe is boiled still more with asymmetry, and "is made ambiguous").

[0099]

If a method of having described previously which generates a geometric series of room arrangement by nonlinear parameter  $R$  which is  $0 \leq R \leq 1$  is used, a symmetrical transducer position will be made by the method at the either side of Chuo Line. An unsymmetrical uneven pattern can be made by using a value from which the parameter  $R$  differs about one near transducer position of Chuo Line. In this case, although room arrangement in central both sides is geometrically related still more, room arrangement values actual at the central each side differ.

[0100]

An example which carries this out is shown below. Although it is an example of 1D prepared in order that this may describe clearly, the approach acts good equally also in 2D and 3D.

[0101]

An array of the 1-m length having 21 transducers is considered. In 19.75 kHz, a beam is drawn ahead straightly (it is vertically to an array), the minimum Maximum Sidelobe value of  $-90$  to  $+90$  degrees is attained, and it is  $R = 0.98$ . On room arrangement of a symmetrical transducer, the

greatest side lobe level is  $-7.73\text{dB}$  geometrically about vertical Chuo Line. By considering it as unsymmetrical and uneven room arrangement of  $R(\text{left}) = 1.0$  and  $R(\text{right}) = 0.41$  (see the drawing 2 I), the maximum side lobe level falls to  $-9.33\text{dB}$ , and valuable improvement in  $1.6\text{ dB}$  is obtained without size of excessive parts and an array, or signal processing.

[0102]

Two or more arrangement which can perform the above-mentioned solution is shown in drawing 2 A thru/or drawing 2 H, and a small circle expresses a high-frequency transducer (in Claims, called the first transducer) here, and a big circle expresses low frequency or a broadband transducer. The high-frequency transducer cannot output a low frequency audio signal appropriately.

[0103]

Here, reference of drawing 2 A shows the transverse plane 200 of the speaker system of the first transducer array by this invention.

[0104]

the -- being new -- a sound -- a projector -- \*\*\*\* -- 40 -- mm -- an equilateral triangle -- a pitch -- carrying -- having had -- 38 -- mm -- a diameter -- having -- 132 -- a piece -- being small -- high frequency -- (-- HF --) -- a transducer -- 211 -- an array -- 210 -- containing -- having -- \*\*\*\* .

The pitch of the triangle is oriented so that a triangular base or roof may become parallel to the width of an array.

The array of almost an ellipse form is provided with the level line of the center of 17 transducers, and and the layout of the remaining transducer, It is symmetrical in general about this level Chuo Line in a triangular lattice, and has a line of 16 pieces, 15 pieces, 12 pieces, nine pieces [ ten pieces ] /, and four transducers/six pieces which adjoins each other succeeding the upper and lower sides of 17 lines, and the transducer has become 132 pieces on the whole.

[0105]

Then, as for the transducer, the center of one transducer is arranged as the line of a top or the bottom, or a high-density array (triangle) equally placed on the center line between two transducers of the sequence of the right or the left. The number of one line or the transducers per row is increasing toward the center of an array, and the array has become an egg shape.

[0106]

The array 210 is laid in the rectangular substrate 201, and the corner is left behind in order to lay four low frequency (LF) transducers or Ufa 212 where size is equal. A low frequency transducer has a diameter of about 105 mm. The room arrangement from the center of LF transducer to a center exceeds 200 mm. The distance from the center between LF transducer and HF transducer to a center is in the range of 85 to 240 mm.

[0107]

The sizes of the whole substrate are 734 mm in length, and 434 mm in height, then are mostly adjusted to the size of an available TV receiver commercially [ a certain category ].

[0108]

A cut off frequency of  $-3\text{dB}$  of a high-frequency transducer 38 mm in diameter is about 400 Hz corresponding to a  $c/F_c = 0.86\text{m}$  cut off frequency. Therefore, as for the room arrangement of the halfway point between the low frequency transducers nearest in order to reduce a side lobe, the field between low frequency transducers is densely filled with the high-frequency transducer with most sufficient setting it as about 0.43 m.

[0109]

These restrictions about the room arrangement of Ufa let the signal amplification which suits so that the fall in the response curve of the high-frequency transducer of less than  $F_c$  may be compensated pass, and are eased by reducing a cut off frequency effectively. However, the phase shift which is not desirable is introduced through this processing, and it can be called "exaggerated driving." In spite of a phase shift, it should still be controllable for the purpose of the phase of all the

transducers introducing exact delay so that direction operation may be carried out [ sound / which is emitted from the both sides of quantity and a low frequency transducer ]. Therefore, the phase shift or compensating filter introduced into the signal path of the Ufa signal, for example can be included in signal processing described below. In the modification of drawing 2 B, the low frequency transducer 212 is laid along the line located in the lower end of the main array 210. In this case, the low frequency transducer can form a sub array so that a sound may be led to frequency (related with the room arrangement of a transducer) higher than the case where it is shown in drawing 2 A. [0110]

The further modification of invention is shown in drawing 2 C thru/or drawing 2 J. Drawing 2 C, drawing 2 D, and drawing 2 E show the array 200 by which the height of invention was reduced. In each, the array 210 of the high-frequency transducer 211 is prolonged horizontally.

The height of an array is much smaller than width.

The termination of each array is carried out by the transducer 212 of the big diameter which can transmit low frequency or a broadband (low, inside, and high frequency) in the horizontal end, respectively. In drawing 2 C and 2D, there is a transducer of three rows and two rows, respectively, and, on the other hand, drawing 2 E shows the transducer of one row. The array by which such height was reduced does not require expense rather than the bigger array shown in drawing 2 A and drawing 2 B rather than is [ then ] complicated, and is kept unchanged TV footage or next to it (preferably the bottom or on) good with those compact form.

[0111]

The example of the uneven array of invention is shown in drawing 2 F thru/or drawing 2 J. The level room arrangement of the high-frequency transducer 211 changes along with the length of the array 210, and the room arrangement is large towards the both ends of an array. The array 210 of the transducer 211 of the same size is altogether shown in drawing 2 F.

On the other hand, that with which the transducer of the end is replaced is shown to drawing 2 G by the bigger transducer 212 than that of a diameter.

Although the transducer 211 of the too same size is shown in drawing 2 H, in this case, the diameter of a transducer is too large and they are not arranged at linear shape. In this case, they of those level room arrangement are still the same as that of in [ it is supposed that the five transducers 213 of the center of an array are alternate, namely, are displaced vertically, and ] drawing 2 F and drawing 2 G on the other hand. According to arrangement of drawing 2 F thru/or drawing 2 G, without producing the side lobe which is not desirable, in application like a double monophonic recording or a surround sound, there is especially an advantage so that generation of the existing directive high sound beam is [ therefore ] possible.

[0112]

The example of separation of a transducer unevenly unsymmetrical about vertical Chuo Line is shown in drawing 2 I. According to this composition, the useful thing for which the above performance is usually attained is found out about reduction of a side lobe.

[0113]

The uneven array in which the size of a transducer increases towards the both ends of an array is shown in drawing 2 J.

Although room arrangement is changing, the room arrangement of the transducer is densely carried out through the whole.

Since a big transducer has sensitivity higher than a small transducer and it is efficient, performance is likely to improve according to such arrangement. The transducer shown in drawing 2 J has the room arrangement between the same transducers as the thing of drawing 2 F thru/or drawing 2 H.

[0114]

Below, various parts of a new sound projector are described. Most parts need only making arrangement same [ similar to what is used in the well-known system, or ] and new suit.

[0115]

When drawing 3 A is referred to, in the input 301 A compact disk (CD), the material of equipment, such as a digital videodisc (DVD), to the source of an audio -- a S/PDIF format -- or it is received by the sound projector as the other lights or coaxial electrical-and-electric-equipment digital data streams of an industrial standard format. This input data accommodates the sound track of a multi-channel like the simple stereo pair of two channels, Dolby digital (registered trademark) 5.1, or DTS (registered trademark) compressed and coded, and the multiplex separate digital channel of audio information.

[0116]

A multi-channel input which was coded and/or was curtailed uses available equipment and firmware for a standard audio and format video first, and is decoded and/or thawed with the decoder 302. An analog-to-digital converter (not shown) is also built in, connection (AUX) with a source of an analog input is possible for it, and it is changed into a digital format by which the sample was carried out promptly appropriately. Typically, an output obtained as a result is provided with a pair of channel beyond three pairs, four pairs, or it. In a field of a surround sound, these channels are often mentioned with the left, the right, a center, the surround (or back) left, and a surround (or back) right channel. Other channels like the low frequency effect channel (LFE) may exist in a signal.

[0117]

These channels or a channel pair is sent to the sample rate converter (solvent refined coal) 305, respectively, and it changes a signal into internal data flow of 48.8 kHz and 24-bit quantization which synchronized with a clock signal of the internal system clock 304.

[0118]

And by a signal stream going into the digital-signal-processing (DSP) stage 306, it compensates the characteristic or performance of a transducer, and it interpolates, and a rise sampling is carried out to a 96-kHz signal stream. As described more in details with reference to the following drawing 4 within this DSP stage again, the matched filter which removes a low frequency content from a signal stream is realized.

[0119]

The further DSP stage 307 performs antialiasing and tone control filtering to all the input audio channels (typically eight), And oversampling and interpolation are performed to the data rate which increased the exaggerated sample 8 times as a whole, and 24 bit-word output sample of eight channels is made at 390 kHz. Signal restrictions and digital volume control are performed also in this DSP stage.

[0120]

One or more digital signal processor units are contained in the DSP stage. These are commercially realizable using available DSP. Instead, a part or all of signal processing may be realized by silicon according to an order in the form of an application specific integrated circuit (ASIC).

[0121]

Based on an ARM (RTM) core, typically the microprocessor of the control user interface unit 303, The timing delay data for the transducer of an array is calculated from the real-time beam direction operation setting sent to the digital sound projector via the computer paraphernalia which serve as a remote control or an interface from a user. Instead, calculation of this timing can also be transmitted to more powerful DSP. a sound projector -- each of an output channel -- independently -- direction operation -- it can do (each audio input channel, attaching from four typically, without six one output channel by which direction operation was carried out) -- if it carries out, much separate delay calculation will be performed. This number is equal to what multiplied the number of the output channels by which direction operation is carried out by the number of transducers. The thing [ carry out / dynamically / a digital sound projector / in real time / direction operation of each beam ] which will be calculated without remarkable delay if possible is also needed. Once calculation is performed, the requirements for delay, or time, It is delivered by the gate array (FPGA) 308 which can be user written in, and here delay, It is actually added using high-speed static buffer RAM buffer



309, The required delay added to each digital-audio-data sample of eight channels is generated, and the version for which each channel is delayed independently is generated about respectively [ an output transducer ] (in the working example of drawing 2 A, they are 132 pieces). Instead, this delay function can also be performed more cost-effectively within ASIC. The ARM core in the control user interface 303 also deals with communication with all the system initialization and exteriors. [0122]

A signal stream goes into the FPGA logic which controls the high-speed static buffer RAM equipment 309. [0123]

And in well-known equipment, 24 bit width and 132 390-kHz signals respectively, At 390 kHz, let the quantization/noise shaping circuit realized also in FPGA308 of a DSP stage pass, reduce the data sample word length to 8 bits, and by one side. The high signal-noise ratio (SNR) in an audible band (namely, signal frequency belt from -20Hz to -20kHz) is maintained using noise shaping technique. It is still more possible to apply a weight to each of a transducer output with a desired window function on this stage. [0124]

The data stream by which sample word width was reduced is respectively distributed to the serial data stream of 13 which accommodates additional volume level data by 31.25 Mb/s. Each data stream is assigned to one of the driver substrates of 13. Four more signal streams are assigned to the driver of a low frequency transducer. [0125]

As shown in drawing 3 B, a driver circuit board is physically close to the transducer 313 which they drive preferably, and each of the transducer which they control is provided with a Pulse-Density-Modulation class BD output driver circuit. Other power amplifiers are applicable. [0126]

Supply source pressure to a driver circuit is changed by the low-loss switching regulator 311 laid in the printed circuit board (PCB) same as a class D power switch. In order to make a power supply line intermodulation into the minimum, there is a switching regulator about each class D switch. In order to reduce expense, each switching regulator can be used for supply to two, three, four, or a class D power switch of other integral multiples. [0127]

When any low frequency or broadband transducer also includes it into many transducers 313 and provides it with signal delay, it can be made a part of possible array of direction operation. It is calculated the same with performing delay by one array transducer of FGPA308. If it changes such, it will be carried out whether it is controllable as a sub array which makes LF transducer contribute to a beam of a sound by which direction operation is carried out, or becomes independent of a main array. [0128]

A low frequency content is filtered from all the input channels, and it is added so that a signal stream which should be emitted by four low frequency transducers may be formed. It crosses in a sound projector or a filter component to adjust is shown in a fundamental figure of drawing 4. A multi-channel audio signal The left L, the right R, and a central C channel, Arriving as a coded digital bit stream which is divided into various audio channel signals containing surround channel SCs (surround or the left rear, surround, or the right rear) and the low frequency effect channel LFE is assumed. [0129]

Then, the decoded signal forms the input to the intersection system 410. As shown in drawing 3, n surround channels and L, R, and C channel, Using highpass and the low pass filters 412 and 413, zone division is carried out after the suitable gain control 411, and both sides those low frequency contents, It is added to a low frequency channel together with a LFE signal, and, ultimately, the



output of low frequency Ufa is emitted through the left combined with the left and the right, respectively and the right low frequency or the Ufa channel WL, and WR.

[0130]

The matched filter or the intersection system 410 shown in drawing 4 is conveniently realized as a subsection of the digital-signal-processing unit of the above-mentioned sound projector.

[0131]

If all the audio frequencies are supplied to Ufa as well as a high-frequency transducer (from 70 Hz to 20 kHz), The lattice side lobe which is not desirable as a result is added a little, and arises, (The longest gap of 240 mm from the center between Ufa and a high-frequency transducer to a center) - it begins to appear on the frequency of 1.3 kHz, and amplitude becomes more widely and stronger on the frequency between -1.3kHz and -3.8kHz for the range of the size of a gap.

[0132]

Set a low pass matched filter as Ufa and series, and it begins to reduce amplitude at about 1.3 kHz, By the thing which cut off nearly thoroughly at about 3.8 kHz and which is made like (that is, it is made to decrease -20 dB or more). The size of an array can be increased a little beneficially and effectively (based on the degree which added Ufa), It is found out by modeling and experience it and the beam width conjointly emitted for the same Reason being related, and decreasing and that the lattice robe generated in addition can be maintained at what has small amplitude (it is <-20dB for example, from the main beam).

[0133]

The absolute-amplitude value of the signal sent to a low frequency transducer or Ufa, The sound power density (setting at the flat surface of the panel 201) of the part which it corresponded, was larger than the signal level sent to each high-frequency transducer, and was emitted, Mostly, in the portion of the audio band region where Ufa is used as local breadth of the main transducer array, it is fixed, and it, Ufa which the range of is [1 to 1.3 kHz] from [-300 to 400 Hz] in this example, and has a bigger radiation zone than HF transducer, When satisfying this condition, it is necessary to take into consideration the relative sensitivity of those two types of transducer and, and it is required to emit bigger sound power than each of HF transducer as a result, and it also needs to observe those power handling capability.

[0134]

After all, in this example, all are sent to Ufa substantially [ power / low frequency ] in an audio band region of less than [-300 to 400 Hz] (and not almost or completely sent to a MF/HF transducer). - in transitional zone between 1 kHz and -4kHz, LP gas filter is the power which becomes weak continuously, and hardly affects lattice side lobe performance of an array -- it is the zone, and frequency which improves beneficially tightness of a beam (reduction in a beam width) is increased increasingly, and is mixed.

[0135]

A filter of drawing 4 can be used also for filtering a channel of the forward left from an input signal, and the forward right, and turning it to low frequency or a broadband transducer exclusively or non-exclusively again.

[0136]

The above-mentioned system can emit a beam of a sound of quality which endures what is generated by bigger array than that of well-known which is described by international patent application WO01/23104, and WO02/078388 which were referred to in a top, for example in a certain viewpoint. An outline figure in comparison with a beam generated by array of invention which is illustrated by drawing 2 A in an intensity profile of a sound beam generated by 256 transducer arrays of well-known arranged as shown in drawing 1 by which the simulation was carried out is shown in drawing 5. A beam has the frequency of 300 Hz, and is turned straightly ahead of an array, then the direction of the center of a beam is the center of a figure. An axis of a figure is making an angle horizontally and vertically (that is, it is from -90 degrees to +90 degrees, and is 0 times in the

center).

[0137]

The first border line 51 to which a sound energy is reduced (for example, -3 dB) is shown in the outline figure of drawing 5 A. A beam width is proportional to the distance between two portions of the border line 51. A beam is generated by the array as shown in drawing 2 A in drawing 5 B, without using four low frequency transducers. The first border line 51 is not visible, and the large beam is shown rather than shown in drawing 5 A. In drawing 5 C, four low frequency transducers of a corner are driven with the signal of intensity / amplitude 10 to the driving signal of the transducer of a main array. When two branches of the border line 51 become what is visible again here and narrow a beam, it has illustrated that a useful effect is to add a low frequency transducer.

[0138]

The distance between the border lines 51 of drawing 5 C is shown, the arrow of the same length is shown also in other figures, and the two-animal arrow 52 can be compared now in between in the case of being illustrated. In drawing 5 D, to the driving signal of the transducer of a main array, four low frequency transducers of a corner are driven by the signal of the intensity 32, and make the output of the portion of the both sides of an array almost the same. It is shown that the branch of the both sides of the border line 51 approaches each other again together, the lower following border line also appears, and a beam becomes narrow further. In drawing 5 E, four low frequency transducers of a corner are driven with the signal of the intensity 100 to the driving signal of the transducer of a main array. The clearness of a beam is improving further so that it may be shown by the additional border line.

[0139]

The quality (reduction of tightness and a side lobe which is not desirable) of a beam, . [ whether distance between adjacent transducers is changed using / then / irregular room arrangement between transducers, and ] It carries out whether a window function is introduced into a signal path to which array size is limited depending on frequency of a signal emitted (and also in case of the number of transducers which have emitted a sound by it), and improves further.

[0140]

An effect of uneven room arrangement and window-izing is shown in drawing 6 A thru/or drawing 6 G, and all they are related with a line array of the 1-m length having 25 transducers. An inner substance circle of one row is shown on each figure.

A layout and room arrangement (size of a circle is not reduced correctly) of a transducer are shown. A figure of a sound pressure level (SPL) calculated by dB to an angle is under each figure, and it is a forward direction where nullity is vertical to a sound projector flat surface.

[0141]

The uniform array with which they are equipped and it does not equip drawing 6 A and drawing 6 B with apodization (window-izing) is shown, respectively. Direction operation of the 10-kHz sound beam was carried out to right 55 degree, and it has produced the peak 61 on right-hand side as a result. In this frequency, the side lobes 62 and 63 of perfect amplitude occur at 0 times and -50 degrees. If there is no window-ization, in drawing 6 A, the main beam has the "skirt" of the multiplex opening robe 64. In drawing 6 B, the cosine window apodization by invention is applied and the "skirt" has disappeared. This is raising tightness of a beam.

[0142]

The array which equips drawing 6 C and drawing 6 D with the room arrangement of a uniform and uneven transducer is shown, respectively. Direction operation of the 4.5-kHz beam is carried out to right 55 degree by the Hanning window apodization. In a uniform array, the main beam 61 of 55 degrees has the side lobe 62 of sufficient power for -70 degree by drawing 6 C. In the room arrangement of the uneven transducer by invention, in drawing 6 D, the side lobe of perfect power is ambiguous and amplitude is generating a series of side lobes 65 reduced all the time. These are in all a low place as they exceed 17 dB rather than a main beam. Since listeners can hardly detect such a

side lobe, the acoustic field which improved more is generated by this arrangement in the application of a stereo, a surround sound, or "a double monophonic recording", for example.

[0143]

An advantage of an uneven array is further shown in drawing 6 E and drawing 6 F about "double monophonic" application, and two listeners are hearing two different audio programs here. As mentioned above, direction operation of the main beam (7.8 kHz, Hanning window) was carried out to the right at 30 degrees in this case, and, probably the first listeners are sitting down here. There is room arrangement of a uniform transducer and, in addition to the main beam 61, there is the side lobe 62 of perfect power in drawing 6 E. There is the side lobe 62 in the direction of the left 30 degrees, and the second listeners are just likely to be going for it to sit down. An audio program from which the second listeners differ in the second (it) as the second sound beam by which direction operation is carried out to the left 30 degrees -- a sound projector -- being generable -- it is heard -- if it becomes, they will be dramatically disturbed by big side lobe from the first listeners' program -- I will come out. On the contrary, at an uneven array, in drawing 6 F, there is no side lobe of sufficient power (0 dB), and the side lobe 66 is falling by 17 dB in the second left listeners' position compared with the main beam by 30 degrees. This can hardly be heard, if the second listeners are especially hearing their audio program.

[0144]

The signal 67 (solid line) and the noise 68 (dotted line) with which it integrated independently covering all the frequency from 20 Hz to 20 kHz are shown in drawing 6 G. An array is an uneven array to which the room arrangement of  $R=0.73$  was carried out geometrically. Direction operation of the main beam 61 is carried out to the right 30 degrees. The noise level 68 is in a place which will be reached if lower in the main beam than a peak signal level (drawing 6 G is shown by 0 dB) as it exceeds 13 dB. Therefore, a sound is localized by arrangement of this transducer good through the whole audio spectrum.

[0145]

If drawing 7 is referred to here, the sound projector 70 when used as a surround sound system is shown. An array or the speaker 71 of a transducer provided with a large majority of small transducers 711 and the four bigger low frequency transducers 712 is contained in it. The system is controlled so that an audio input signal is emitted as the beam 72-1 of a sound, and 72-2.

[0146]

- The beam 72-1 of a sound and 72-2 can be turned in the arbitrary directions within - restrictions in space of the half in the front of an array. By using, the carefully selected reflex path the listeners 73, From the place of a reflection of the last, in more detail, the sound beam emitted by the array is recognized as if it had produced from the image of the array similar to a mirror image which is reflected by the wall.

[0147]

In drawing 7, the two sound beams 72-1 and 72-2 are shown. The first beam 72-1 is turned to the side attachment wall 761 which is a part of room, and is reflected in the direction of the listeners 73. From the image of the array located [ of the reflective spot 77 / the back or ahead ], listeners recognize this beam as if it had produced from the right, if it did so. The second beam 72-2 is shown by the dotted line, and before it reaches the listeners 73, it performs a reflection twice. However, if the last reflection takes place at a back corner, listeners will recognize as if the sound was emitted from the source in its back.

[0148]

If drawing 8 is referred to here, the sound projector 80 of invention when used by the double monaural mode is shown. The sound projector 80 is put on the bottom of TV receiver 81 laid vertically (in order to make it clear, shown to drawing 8 by the perspective view), for example, flat screen LCD television. The television 81 is operating in multiplex window mode.

The second program V2 in the left half of [ 82 ] a screen is shown for the first program and the

video 1 (V1) in the right half 83 of the screen.

The two persons 84 and 85 shown having taken a seat to the sofa 86 located in front of the television 81 are looking at the program. The audio track A1 corresponding to the program V1 is reproduced by the sound projector, and the sound beam 87 obtained as a result is operated in the direction of the person 84 sitting on the left end of the sofa 86. The solid line 871 is describing the limit of the beam 87. Similarly, the audio track A2 corresponding to the program V2 is reproduced as the sound beam 88 turned to the second person 85 sitting on the right end of the sofa 86. The dotted line 881 is describing the limit of the beam 88. It is shown that both beams 87 and 88 have doubled the focus near listeners' positions 84 and 85. Two sound beams do not lap in the position of the sofa 86. If it does so, the left person 84 will hear only the audio track A1 of the left corresponding to the left picture V1, and the right person 85 will hear only the audio track A2 of the right corresponding to the right picture V2 similarly.

[0149]

The sound projector 80 currently illustrated is an working example of invention provided with the HF transducer 90 by which room arrangement was carried out unevenly [ of a horizontal single tier ], and LF Ufa 91 of each end. In this arrangement, a side lobe of sufficient power is not formed but it is interfered with neither of the listeners, 84 nor 85, by high amplitude sound from a program of listeners of another side. An audio content deer from a program which one are looking at and each listeners who spread intrinsically with the main audio beams 87 and 88 turned to the listeners 84 and 85, respectively do not hear.

[0150]

It is clear for other arrangement to be possible within the limits of invention. For example, one person is in if closer to nearby television than another side, height from which both differ by listeners sitting down independently, for example, one person may be sitting down, and another side may sleep or stand on a floor. In the above-mentioned, each listeners receive only one audio beam or a "monophonic" sound. It is also equally possible to turn two audio beams to each corresponding to the stereo left and a stereo right signal of a program which each listeners are looking at. In this case, a stereo left beam is turned only to the left of listeners' position, and a stereo right beam is turned only to that right. Similarly, each listeners can receive a back sound beam corresponding to a program which one are looking at. Although arrangement of two listeners is described in a top, it also becomes possible promptly to provide an audio beam which a sound projector became independent of to three or more listeners located in the surroundings of a listening field. Finally, in drawing 8, the sound projector 80 is independently indicated to be the television 81. That is not right, and it can be built in in the television 81 and a joint audio visual display unit can also be formed.

[0151]

While there is direction for use which can place a sound projector plentifully, it is especially convenient to be replaced with the usual surround sound system which uses a separate speaker for a different place around a listeners position putting it on it partly. By a digital sound projector's generating a beam about each channel of a surround sound audio signal, and operating these beams in the suitable direction, A true surround sound is made in listeners' position, without adding wiring, without furthermore forming a speaker.

[Brief Description of the Drawings]

[0152]

[Drawing 1] The transverse plane of a well-known transducer array system is shown.

[Drawing 2 A] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 B] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 C] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 D] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 E] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 F] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 G] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 H] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 I] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 2 J] The transverse plane of the transducer array system by the modification of this invention is shown.

[Drawing 3 A] It is a block diagram of the main function element of a transducer array system.

[Drawing 3 B] It is a block diagram of the drive section element of a transducer array system.

[Drawing 4] It is a crossover system of a transducer array system.

[Drawing 5] It is comparison of the quality of a beam with the sound beam speaker system of well-known of drawing 1, and the new sound beam system of drawing 2 A which carried out the simulation.

[Drawing 6 A] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 B] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 C] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 D] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 E] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 F] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 6 G] It is a graph which shows the effect which can be attained using a window function and the room arrangement of an uneven transducer.

[Drawing 7] Use of the system by this invention is illustrated.

[Drawing 8] It is a plan of the sound projector which provides a different user with a different audio signal.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-518956

(P2006-518956A)

(43) 公表日 平成18年8月17日 (2006.8.17)

(51) Int. Cl.			F I				テーマコード (参考)
H04 R	1/40	(2006.01)	H04 R	1/40	310		5D018
H04 R	3/00	(2006.01)	H04 R	3/00	310		5D020
H04 R	3/12	(2006.01)	H04 R	3/12	Z		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

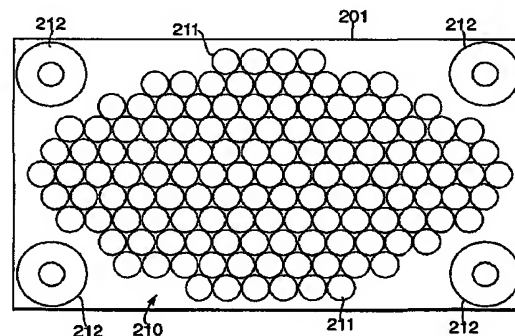
(21) 出願番号	特願2006-502322 (P2006-502322)	(71) 出願人	502113699
(86) (22) 出願日	平成16年2月24日 (2004.2.24)		1. . . リミテッド
(85) 翻訳文提出日	平成17年8月23日 (2005.8.23)		イギリス国、ケンブリッジ、カウリイ ロード、セント ジョーンズ イノベーション センター
(86) 国際出願番号	PCT/GB2004/000750	(74) 代理人	100066692
(87) 国際公開番号	W02004/075601		弁理士 浅村 皓
(87) 国際公開日	平成16年9月2日 (2004.9.2)	(74) 代理人	100072040
(31) 優先権主張番号	0304126.6		弁理士 浅村 肇
(32) 優先日	平成15年2月24日 (2003.2.24)	(74) 代理人	100091339
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 清水 邦明
		(74) 代理人	100094673
			弁理士 林 拓三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サウンドビームスピーカーシステム

## (57) 【要約】

方向操作の可能な音のビームを生成できる電気音響トランスデューサのアレイと、前記アレイの周囲に置かれ、低周波数音を再生するよう適合されて加えられているトランスデューサとが含まれているスピーカーシステムを記述している。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 2 つの音のビームを同時に生成することが可能で、前記ビームのうち少なくとも 1 つの方向操作が可能な第一の電気音響トランスデューサを備えるアレイと、前記アレイの周囲近くに位置する低周波数音を再生するよう構成されている低周波数トランスデューサとが含まれているスピーカシステム。

**【請求項 2】**

第一のトランスデューサによって発せられるべき信号から低周波数コンテンツを濾波し、前記低周波数コンテンツを低周波数トランスデューサによって発せられるべき信号に加えるフィルターシステムをさらに備える請求項 1 に記載のシステム。

10

**【請求項 3】**

低周波数トランスデューサが、第一のトランスデューサの周波数範囲を実質的に含む周波数範囲で信号を発するよう構成されている広帯域トランスデューサであって、かつビームを方向操作するアレイの一部である請求項 1 または 2 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

アレイの左右の側の近くに、単独で、または第一のトランスデューサと密接に隣り合っ  
て置かれる低周波数トランスデューサが、左右のチャンネルをそれぞれ出力するように、  
システムが配置されている請求項 1、2 または 3 に記載のシステム。

**【請求項 5】**

低周波数トランスデューサが、第一のトランスデューサの周波数範囲を実質的に含む周  
波数範囲で信号を発するよう構成されている広帯域トランスデューサであり、かつアレイ  
の左右の側の近くに単独で置かれる低周波数トランスデューサが、左右のチャンネルをそ  
れぞれ出力するようにシステムが配置されている前記請求項のいずれかに記載のシステム  
。

20

**【請求項 6】**

少なくとも 2 つのビームが、サラウンド音信号のチャンネルである前記請求項のいずれ  
かに記載のシステム。

**【請求項 7】**

少なくとも 2 つのビームが、2 つ以上の異なるオーディオ信号であって、アレイに対し  
て異なる位置にいるリスナーが、前記異なるオーディオ信号の 1 つだけをそれぞれ支配的  
に受け取る前記請求項のいずれかに記載のシステム。

30

**【請求項 8】**

隣接する第一のトランスデューサの間の間取りが不均一である前記請求項のいずれかに  
記載のシステム。

**【請求項 9】**

第一のトランスデューサの間の平均の間取りがアレイの周囲に向けて増大している請求  
項 8 に記載のシステム。

**【請求項 10】**

各トランスデューサについての出力信号の振幅がウインドウ関数に従って変調される前  
記請求項のいずれかに記載のシステム。

40

**【請求項 11】**

ウインドウ関数がアレイの周囲に向けて次第に先細りする請求項 10 に記載のシステム  
。

**【請求項 12】**

低周波数トランスデューサの数が 1 と 20 の間の範囲にある前記請求項のいずれかに記  
載のシステム。

**【請求項 13】**

低周波数トランスデューサの数が 1 と 10 の間の範囲にある請求項 12 に記載のシステ  
ム。

**【請求項 14】**

50

低周波数トランスデューサの数が 1 から 4 の範囲にある請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

低周波数トランスデューサの数が 1 から 2 の範囲にある請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

密接に隣り合う第一のトランスデューサの中間点の間取りが、第一のトランスデューサの最も低い音響共振周波数に対応する波長の半分に等しいかそれよりも小さい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 1 7】

第一のトランスデューサのアレイが、低周波数トランスデューサ間の領域に密に詰められている請求項 1 6 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

トランスデューサにおいて発生する移相を補償する移相回路または補償回路がさらに含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 1 9】

アレイには、第一のトランスデューサの、水平に向けられた 1 列、2 列または 3 列のラインが含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 0】

低周波数トランスデューサが、前記水平に向けられたラインの端またはその近くに置かれている請求項 1 9 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

アレイには、第一のトランスデューサが垂直方向で互い違いに配置される中央区域が含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 2】

アレイが概して楕円形を有する前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 3】

低周波数トランスデューサが、楕円形のアレイに外接する長方形のコーナーまたはその近くに位置付けられている請求項 2 2 に記載のシステム。

【請求項 2 4】

第一のトランスデューサの数が 2 0 0 未満である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 5】

第一のトランスデューサの数が 5 0 未満である請求項 2 4 に記載のシステム。

【請求項 2 6】

第一のトランスデューサの数が 5 より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 7】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の 2 倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 8】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の 4 倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 2 9】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の 1 0 倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 3 0】

音の複製信号を遅延させ、かつ前記アレイの、少なくとも前記第一のトランスデューサを用いて遅延された複製信号を出力することによって、前記少なくとも 1 つのビームの方向操作が可能である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 3 1】

ビデオ情報を表示するシステムおよび前記請求項のいずれかによるオーディオシステムが含まれているメディアシステム。

10

20

30

40

50



**【請求項 3 2】**

ビデオ情報を表示するシステムがテレビシステムである請求項 3 1 に記載のメディアシステム。

**【請求項 3 3】**

ビデオおよびオーディオ信号の入力を提供するメディアプレーヤーと、前記ビデオ情報を表示するモニターと、独立して方向操作の可能な少なくとも 2 つの音のビームを再生する請求項 1 に記載のスピーカシステムとを備える請求項 3 1 に記載のメディアシステム。

**【請求項 3 4】**

少なくとも 2 つの音のビームを同時に生成することが可能で、前記ビームのうち少なくとも 1 つが方向操作の可能である電気音響トランスデューサのアレイを含んでいるスピーカシステムであって、前記トランスデューサの第一の組は、低周波数音を出すことが実質的に不可能である高周波数トランスデューサであり、前記トランスデューサの第二の組は、低周波数音を出すことが可能な低周波数または広帯域トランスデューサであり、前記システムは、高周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号から低周波数コンテンツを濾波し、かつ前記低周波数コンテンツを、低周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号に加えるフィルターシステムを含んでいるスピーカシステム。

10

**【請求項 3 5】**

前記アレイは、ラインアレイである請求項 3 4 に記載のシステム。

20

**【請求項 3 6】**

前記トランスデューサの第二の組は、ラインアレイの両端に置かれている請求項 3 5 に記載のシステム。

**【請求項 3 7】**

ラインアレイ形状に配置される複数のトランスデューサを備え、トランスデューサ間の平均の間取りがアレイの両端に向かって増大しているスピーカシステム。

**【請求項 3 8】**

前記トランスデューサが、低周波数音を発することが実質的に不可能な高周波数トランスデューサである請求項 3 7 に記載のシステム。

**【請求項 3 9】**

低周波数または広帯域トランスデューサをアレイの両端にさらに備える請求項 3 7 または 3 8 に記載のシステム。

30

**【請求項 4 0】**

アレイが、水平に向けられた 1 列、2 列または 3 列のトランスデューサのラインからなる請求項 3 4 乃至 3 9 のいずれかに記載のシステム。

**【請求項 4 1】**

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 2 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

**【請求項 4 2】**

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 4 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

40

**【請求項 4 3】**

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 8 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

**【請求項 4 4】**

電気音響トランスデューサのアレイを用いて音のビームを生成する方法であって、高周波数トランスデューサに向かう信号を濾波して低周波数コンテンツを取り除き、前記低周波数コンテンツを、低周波数トランスデューサに向かう信号に加えるステップを備える方法。

**【請求項 4 5】**

50

アレイを用いて2つの音のビームを2人のリスナーにそれぞれ生成する方法であって、  
第一のオーディオプログラムのビームを第一の聞き取り位置に送り、  
第二のオーディオプログラムのビームを第二の、異なる聞き取り位置に送る  
ステップを備える方法。

【請求項46】

前記アレイが水平に配列されているラインアレイである請求項45に記載の方法。

【請求項47】

前記ラインアレイが、アレイの両端に向かって増大する平均の間取りを有しているトランスデューサを備える請求項46に記載の方法。

【請求項48】

さらなるオーディオプログラムをさらなる聞き取り位置にそれぞれ送る  
ステップをさらに備える請求項47に記載の方法。

【請求項49】

前記第一のまたは高周波数トランスデューサは50mm未満の直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項50】

前記低周波数トランスデューサは50mmより大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項51】

前記低周波数トランスデューサは100mmより大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項52】

前記低周波数トランスデューサは、前記第一のまたは高周波数トランスデューサの直径の少なくとも2倍大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項53】

アレイの中心またはその近くに置かれている前記第一のまたは高周波数トランスデューサの1つ以上が、低周波数を実質的に再生することが可能な広帯域トランスデューサと置き換えられている前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

この発明は、可聴音のビームを生成することの可能な電気音響トランスデューサのアレイが含まれている装置に関する。より詳しくは、そのようなアレイ装置であって、多重オーディオまたは多重チャンネルオーディオ入力信号を受信することが可能で、かつホームエンターテインメントまたはプロフェッショナル音声再生アプリケーションに適するレベルで、独立して方向操作の可能なかつ焦点合わせ可能な可聴音のビームを生成するための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

(発明の背景)

近年、オーディオ／ビジュアルシステムにおいて多重チャンネルのステレオ音が普及して用いられているのを目にする。技術上の動向は、従来のステレオ音再生システムから離れ、音場が動的に（かつ意図的に）リスナーの側方および後方に移行する「サラウンド音」技法へと向かっている。

【0003】

リスナー認識特性を向上させるために、左右（かつ最適には、中央）の音チャンネルに加えて一つ以上のサラウンド音チャンネル（過去にはしばしば「効果音」または「特殊効果」チャンネルと称された）が含まれている多重チャンネル音再生システムが知られてい

10

20

30

40

50

る。今日これらのシステムは、映画館で比較的普及しており、消費者の家庭でもより一般的になりつつある。消費者の家庭において、そのようなシステムが激増する背後にある推進力は、サラウンド音ホームビデオソフトウェア、主には、劇場公開用に作られて、その後ホームビデオメディア（例えば、デジタルビデオディスク（DVD）、ビデオカセット、ビデオディスクおよび、放送またはケーブルテレビ）に移行するサラウンド音映画（ムービー）が、広く利用可能となっていることである。

#### 【0004】

リスナーの背後に拡張する音場を提供するか、リスナーの後方に音のイメージを集中させるように、音が再生される場合には、左右のチャンネル再生用に、2つの（フロント）スピーカーがリスナーの左右の前方に配置され、かつサラウンドまたは後方のチャンネル再生用に、リスナーの後方に少なくとも1つか2つのリアスピーカーが追加して配置される。加えて、最新のサラウンド音システムには、左前方スピーカーと右前方スピーカーの間にリスナーの前方に配置されるセンタースピーカーが含まれている。音質を向上させるために、オーディオ信号の低周波数部分は追加のサブウーファに向けられる。リスナーに対してのサブウーファの正確な位置は、サラウンド音システム全体の性能にとっては重要ではない。

#### 【0005】

しかしながら、一般の家庭では、部屋に5つから6つものスピーカーを配置するのは困難である。新しいサラウンド音システムは、しばしば現存するステレオシステムとの互換性が無いので、ユーザーには、1つの部屋に2つの共存するシステムを有するか（スピーカーの数が7つまたは8つまでにもなる）、古いシステムを廃棄するかを選択が残される。これは、明らかに満足のできるものではないので、近年、スピーカーの数を減らしてサラウンド音を生成するか、少なくとも新しいサラウンド音システムと年代もののステレオ装置との間により良い統合を提供する試みがなされている。

#### 【0006】

ハードウェアのコンポーネントの数を減らすことを目的とする最も進んだシステムが、同一の出願人による、公開された国際特許出願W001/23104、W002/078388およびW003/034780に記述されている。W001/23104において、トランスデューサのアレイが、独立して方向操作の可能なサウンドビームを複数生成する。動作中、そのサウンドビームは、リスナーの左右の反射面または壁の適当な場所に、およびリスナーの背後の壁の左右のコーナーへと向けられる。反射された音は、これらの位置にあるスピーカーから発せられるのと全く同じように、リスニングポジション、いわゆる「スイートスポット」に向かって集まってくる。したがって、そのシステムによって、部屋の1つ以上の場所にスピーカーを有すべき必要性がなくなる。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

多くのアプリケーションについて満足のいくものではあるが、音再生の質を適切に保ったまま、アレイのトランスデューサの数と、それらの音響特性に関する要求条件（requirements）を減らす必要性が認められている。また、より小さな部屋への設置を容易にするためには、そのようなシステムの全体の大きさを低減することが望ましい。

#### 【0008】

したがって、発明の目的は、W001/23104の装置を改良して、サイズとトランスデューサの数が低減された単一のエンクロージャからサラウンド音を生成することのできるシステムを作り出すことである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

#### （発明の概要）

発明は、添付した特許請求の範囲に記述されている。

発明の第一の観点によると、サラウンド音入力信号を受信するよう構成されているアン

10

20

30

40

50

ブシステムと、フェーズドアレイとして配置されており、かつ前記サラウンド音入力信号に基づいてサラウンド音を発するよう構成されている電気音響トランスデューサとを備え、前記アレイは、複数の高周波数トランスデューサと前記アレイの周囲に配置されている1つまたは2つまたはそれより多い数の低周波数トランスデューサとを備える、オーディオ入力信号に応答して複数のサラウンド音チャンネルを生成するオーディオシステムが提供される。

#### 【0010】

アレイは、トランスデューサを空間的に配置し、トランスデューサ間に所定の間隔または距離を保ち、通常は、全てのトランスデューサが、そのアレイの平面に背を向けているものであると理解される。この発明のアレイは、例えば、上で参照された特許出願W O O 1 / 2 3 1 0 4 およびW O O 2 / 0 7 8 3 8 8 に記述されているような単一またはグループのトランスデューサの駆動信号を遅延させることによって位相化されている ( p h a s e d ) 。アレイのトランスデューサは、単一のハウジングまたは搭載フレーム ( m o u n t i n g f r a m e ) の前面板 ( f r o n t p a n e l : 前面パネル) 上に全てのトランスデューサを設けることで、平面アレイに最善に配置される。

#### 【0011】

低周波数トランスデューサは、アレイの大半を占める他のアレイトランスデューサの高周波数の能力に比べて、低周波数を再生する能力が向上しているのが特徴である。より良い低周波数再生は、低周波域においてより高い音響出力パワーレベル ( S P L ) を有するものとして、またはより低いカットオフ周波数を有することで一般に定義できる。また、一般的な規則として、より低い周波数のトランスデューサ、または「ウーファ」は、動作において、アレイの他のトランスデューサに比べてより多くの量の空気を動かし、そうして振動板の直径がより大きい、トランスデューサの行程がより大きい、またはその双方である。

#### 【0012】

低周波数トランスデューサの数は、アレイの大半を占める高周波数トランスデューサの数よりも、好ましくは、5分の1または、10分の1あるいは50分の1も小さい。高周波またはアレイトランスデューサの絶対数は、好ましくは200未満であり、より好ましくは、150未満またはさらに120未満である。とりわけ、垂直の方向操作が必要とされないか望まれない場合には、アレイトランスデューサの数は、50、30またはさらに20未満であり得る。方向操作の可能なサウンドビームを生成する最小限は、好ましくは5より多く、より好ましくは8より、さらには12より多い。低周波数トランスデューサの数は、好ましくは20未満であり、より好ましくは10未満、さらには7未満である。

#### 【0013】

好ましい変形例において、高周波数トランスデューサは、密接に間取りされ ( c l o s e l y s p a c e d : 近接して離間され) 、一方、2つの低周波数トランスデューサ間の最も近い距離の方がそれより大きい。隣同士の高周波数トランスデューサの中心点間の平均距離は、好ましくは50mm以下であり、一方、隣同士の低周波数トランスデューサの中心点間の距離は、好ましくは100mmより大きく、さらには400mmより大きい。

#### 【0014】

トランスデューサのグループは2つだけを用いるのが好ましいが、ミッドレンジの周波数を再生するために、第三のまたはそれ以上のトランスデューサのグループを用いて発明の変形例を想定することも可能である。また、それ自体はアレイの一部ではない通常のサブウーファとともにアレイを用いてもよい。そのような変形例について、前述の特長は、アレイの大半を占めるこれらのトランスデューサ、および低周波数のコンテンツを再生するのに最善に適合されているアレイのこれらのトランスデューサにも当てはまる。

#### 【0015】

低周波数トランスデューサを最適に使用するため、好ましくは、発明には、入力信号を濾波して、低周波数トランスデューサに1つ以上の駆動信号を提供するローパスフィルタ

10

20

30

40

50

システム（LPF）が含まれている。LPFは、好ましくは、高周波数トランスデューサから発せられるべき信号から低周波数コンテンツを低減し、かつ主として低周波数トランスデューサによる再生のために低周波数コンテンツを向かわせる周波数クロスオーバーシステムとして実現される。

【0016】

したがって、アレイのトランスデューサの大半は、低周波数コンテンツのパワーの大半を再生するのには用いられず、それらの仕様は、高周波数の再生に最適化されるように変更できる。クロスオーバー周波数は、広い周波数範囲内で選ぶことができる。

【0017】

アレイトランスデューサをほぼ楕円形のアレイに配置し、かつそのアレイの大半を占めるトランスデューサに比べてより良く低周波数を再生するトランスデューサを加え、そのような低周波数トランスデューサを前記アレイの周囲に置くことによって、方向操作の可能な可聴音のビームを生成するのに必要とされるトランスデューサの数を低減するのが可能であることが見出された。

10

【0018】

ほぼ楕円形というのには、行および列双方のトランスデューサの数がアレイの真ん中に向かって増える離散的な卵型（discrete oval shapes）および六角形または八角形のような多角形による楕円形の近似物が含まれている。

【0019】

卵型または擬似的な卵型アレイの好ましいアスペクト比は、およそ7：4であり、別の好ましいアスペクト比は、およそ16：9である。双方の場合とも、長軸の好ましい方向は水平である。

20

【0020】

しかしながら、トランスデューサの数が小さいと、楕円形は、アレイトランスデューサの水平な1本、2本、または3本線の、本質的にはラインアレイであるアレイへと退化する。それらのラインは、トランスデューサ間の距離をさらに低減するために、三角形の格子を形成するように互い違いに置く（staggered）ことができる。

【0021】

さらなる変形例において、楕円形には、水平な1本、2本、または3本線の、本質的にはラインアレイであって、さらにアレイの両側または両翼に沿って計るとアレイの高さが公称高を超える中央区域、領域または間隔を含むアレイが含まれている。換言すると、アレイはそのアレイの他の部分よりも広い二次元的な集合体を中央に有し得る。

30

【0022】

低周波数トランスデューサは、様々に、例えばアレイの下または上あるいは左右の列として配置できるが、それらは好ましくは、卵型アレイに外接する長方形のコーナーの内側に置かれる。楕円形または卵型アレイの長方形の囲み（envelope）のコーナーに低周波数トランスデューサを配置することには、単一の前面パネルの利用可能な領域を最適に使用するという利点がある。

【0023】

発明の別の好ましい変形例においては、低周波数トランスデューサは、サラウンド音入力の中央チャンネルを再生するのに用いられてもよい。低周波数トランスデューサを通して中央チャンネルを再生するのは排他的である（exclusive）。この場合または他の場合でも、低周波数トランスデューサは好ましくはまた、広帯域トランスデューサであって、オーディオスペクトルのほとんど、または全てをカバーする。

40

【0024】

2つ、3つまたは4つ以上の低周波数トランスデューサが用いられるならば、それらはサブアレイを構成するものと見なすことができ、また、低周波数トランスデューサがシステムの端部やコーナーの近くにあるならば、それらは、相対的に大きな物理的広がりを持つ。そうであるので低周波数のビームを形成することが可能である。

【0025】

50

低周波数トランスデューサがアレイの4つのコーナーに位置する、すなわち、各コーナー位置に1つ以上トランスデューサがあって、低周波数エネルギーの全てまたはほとんどがこれらのウーファから放射される変形例においては、アレイの開口全体を横切って均一の分布を有する主トランスデューサアレイからの放射（適用されるウインドウ関数をさし当たって無視する）と違って、この低周波数サブアレイは、エネルギーの全てまたはほとんどを端部に集中させていることが分かる。この効果は、充分に分離され、コーナーに位置するトランスデューササブアレイからの放射ビームを、物理的に同じ広さの均一に照射される開口からのものよりも著しく狭くすることである。そうして、コーナーにトランスデューサを備えるこの構成によって、均一のアレイ構造よりも、利用できる低周波数ビームの絞り（tightness）を高めて達成可能としており、また非常に著しい費用上の利益を有している。同様の利益は、低周波数トランスデューサをラインの各端部に備えるラインアレイにおいて達成される。

10

#### 【0026】

この利点がいったん認識されると、低周波数ビームの方向操作および／または焦点合わせすることが、種々の低周波数トランスデューサへの低周波数信号を適当な相対時間だけ遅延させることによって、主高周波数トランスデューサアレイがその他の周波数を方向操作し、および／または焦点合わせするのと丁度同じようにできる（しかし、おそらくは絞りを同程度にはできない）ことが明らかになる。

#### 【0027】

この、サブアレイの方向操作、焦点合わせおよびビームの締めは、前述の中央チャンネルの再生と、および主トランスデューサアレイのビームの方向操作の双方とも関連して行うことができる。各低周波数チャンネルへの信号経路において適切に整形形成される（shaped）ローパス（LP）フィルタ機能を用いることによって、低周波数トランスデューサに送られる任意の周波数の信号レベルの、アレイにおける高周波数トランスデューサに送られるレベルに対する割合は、主アレイと関連させて低周波数トランスデューサを駆動するビーム締め効果を最大化し、かつ低周波数 - 高周波数トランスデューサの間取り（spacing）（これは、低周波数トランスデューサの直径がより大きいために、隣接し合う高周波数トランスデューサ同士の間取りよりも必然的に大きい）によって引き起こされる格子サイドローブのレベル（level of grating side lobes）を最小限化するように変えることができる。

20

30

#### 【0028】

とりわけ利点のある発明の変形例においては、低周波数トランスデューサの能動的な振動板領域の外側周囲まで含めたアレイの境界は、低周波数クロスオーバーによって決定される。この変形例において、アレイのサイズ（長さ、幅、または直径）は、クロスオーバー周波数の波長の半分に等しいかそれより小さい。

#### 【0029】

代わりに、とりわけクロスオーバーがより広い周波数範囲に広がっている場合は、クロスオーバー周波数は、オーディオ帯域における高周波数トランスデューサの第一共振  $F_0$  によって技術的に定義することができる。ウーファ間の距離は、 $0.5c/F_0$ （ $c$  は音速である）以下に設定される。実用上はたいがい、 $F_0$  は、この計算で高周波数トランスデューサの  $F_c$ （カットオフ周波数）に置き換えることができる。

40

#### 【0030】

このように置かれている低周波数トランスデューサの間の空間または領域を、高周波数トランスデューサで均一に満たすことによって、サイドローブをさらに低減することができる。

#### 【0031】

発明の別の実施例において、 $F_0$  または  $F_c$  未満の周波数の範囲で高周波数トランスデューサのほぼ等しいまたは「平坦」な応答を維持し、同時にウーファ出力信号と高周波数トランスデューサの出力信号との間の位相シフトを補償するために、増幅する（または等化ステージを用いる）ことによって潜在的なサイドローブが低減される。好ましくは、こ

50

の変形例には、ウーファへの信号経路において移相フィルターが含まれていて、ウーファの放射を、確実に、高周波数トランスデューサと同じ位相シフトに従わせている。

【0032】

発明の別の実施例において、ウーファの最大の分離が $\leq 0.5c/F_0$ でなければならないという制約は、強い格子サイドロープを引き起こすことなく、以下のように緩和される。アレイの中心およびその周りに位置する主アレイを備えるトランスデューサの小さなセクションが、より低い共振周波数、例えば $F_0'$ を備えるより広い帯域のトランスデューサと置き換えられて、この主アレイの中央セクションが、 $F_0$ 未満で少なくとも $F_0'$ かそれよりも低いところ（例えば、 $F_L$ ）まで下がる周波数で、大きな音響パワー出力に貢献でき、かつ補償等化フィルターが用いられるならば、ウーファは、 $c/F_0' \gg 0.5c/F_0$ ほどまで大きい距離で分離されてもよい。明らかに、主アレイのこの部分集合（subset）のためのクロスオーバー周波数は、 $F_0$ 未満であって、 $F_0'$ まで低くあるいは $F_L$ までにさえ低減されるべきである。格子サイドロープを低減する、このアプローチは、代わりに、広帯域アレイトランスデューサのパッチを1つより多く挿入することによって拡大され、これらのパッチは、好ましくは、いくつかのパッチが用いられるのかに依存して、主アレイの幅および高さにわたってほぼ等しく間取りされている。そしてウーファの分離は、なおさらに増やされる。

10

【0033】

好ましくは、アレイの周囲に向かってより広い間取りを行って、アレイトランスデューサを、アレイを横切って不均一に位置付けるとなおさらに利点がある。これには、望ましくないサイドロープを低減する効果がある。

20

【0034】

アレイによって生成されるサウンドビームのビーム質は、アレイの端部を滑らかにするウィンドウ関数を用いることによってさらに向上される。中央領域から離れると先細りする適当なウィンドウ関数は、例えばコサインウィンドウ、ハニングウィンドウ、その他同様のウィンドウ関数である。

【0035】

ウィンドウ関数は、好ましくは、トランスデューサの出力振幅をアレイ内のトランスデューサの位置に依存する因子で重み付けを行うことによって実現される。

【0036】

このように、リスナーの位置に、通常のテレビのサイズの筐体から真のサラウンド音環境を生成することが可能で、高周波数でそのために相対的に低価なトランスデューサのアレイを利用し、かつ低周波でそのために相対的に高価なトランスデューサを限られた数しか使わないで、それら全てをシステムの前面に位置付けた、コンパクトなサラウンド音システムに、発明を用いることができる。テレビモニタを、システムの上または下に搭載して、ビデオおよびオーディオデータを同時に再生可能なユニットを形成することができ、またはトランスデューサアレイと直接結合させて、電源ユニットおよび外枠（casework）を共有し、外部配線および接続を低減することによってさらに費用を低減することができる。

30

【0037】

代わりに、2つ以上の異なるソースのオーディオチャンネルを2つの異なる方向に発する「二重モノラル（dual mono）」モードに、ビーム方向操作能力を用いることもできる。この代替実施例は、各ウィンドウと関連するオーディオ信号を、例えば、異なる聞き手に向けて異なる方向に発することのできる分割画面または多重ウィンドウテレビと組み合わせて有用である。

40

【0038】

高周波数トランスデューサは、性能および（低い）費用に対して選択される。好ましくは、トランスデューサの有効放射半径は、10乃至50mmの範囲にあり、より好ましくは、20乃至40mmの範囲にある。そのようなトランスデューサのアレイは、家庭内またはその他屋内（例えばオフィス）の設定におけるサラウンドシステムに適切である。サ

50

ウンドプロジェクタ (Sound Projector) がより大きな場所で、例えば劇場で、またはパブリックアドレスシステム (Public Address system) として用いられるように設計されると、より大きなアレイトランスデューサ、例えば直径 50 mm 以上、さらには直径 100 mm 以上のものさえも使用される。

【0039】

本発明のアレイは、好ましくは、平面（すなわち、全てのトランスデューサが同じ平面に配置される）または擬似平面（すなわち、トランスデューサが実質的には同じ平面に配置されるか、または実用のために平面と考えられる構成に配置される）である。各トランスデューサは、好ましくは、アレイの平面に垂直でかつアレイにおける他のトランスデューサの各々の法線軸に平行である法線軸を有する。

10

【0040】

発明はまた、少なくとも2つの音のビームを同時に生成することが可能で、前記ビームの少なくとも1つの方向操作が可能である、電気音響トランスデューサのアレイを含むスピーカーシステムを備え、前記トランスデューサの第一の集合は、低周波数音を発することが実質的に不可能である高周波数トランスデューサであり、前記トランスデューサの第二の集合は、低周波数音を発することの可能な低周波数または広帯域トランスデューサであり、前記システムには、高周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号から低周波数コンテンツを濾波して、前記低周波数コンテンツを、低周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号に加えるフィルターシステムが含まれている。

20

【0041】

この構成によって、より低価格の高周波数トランスデューサがアレイの大部分を形成し、かつ低周波数または広帯域トランスデューサのより小さな集合を用いて低周波数信号の全てを出力することが可能となる。これらのトランスデューサは、好ましくは、アレイの周囲にあって、低周波数ビームの指向性を最大限にすることが可能である。

【0042】

とりわけ低費用の変形例においては、アレイは、1本、2本または3本の水平線を有するラインアレイである。これによって、垂直方向に可能な指向性がほとんど無い水平平面においてビームを指向させることが可能となる。

【0043】

発明はまた、ラインアレイ形状に配置される複数のトランスデューサを備えるスピーカーシステムからなり、トランスデューサ間の平均の間取り (spacing) はアレイの端に向かって増大する。

30

【0044】

トランスデューサの不均一の間取りによってサイドローブパワーを効果的に低減することができ、それはとりわけ、二重モノラルのアプリケーションに有用である。

【0045】

発明はまた、電気音響トランスデューサのアレイを用いて音のビームを生成する方法からなり、この方法は、高周波数トランスデューサのために前もって定めている信号を濾波して低周波数コンテンツを取り除き、前記低周波数コンテンツを低周波数トランスデューサのために前もって定めている信号に加えるステップを備える。

40

【0046】

さらには、発明は、水平に配列されたラインアレイを用いて2人のリスナーの各々に2つの音のビームを生成する方法からなり、前記方法は、第一のオーディオプログラムを第一のリスニング位置に向け、第二のオーディオプログラムを第二の、異なるリスニング位置に向かせるステップを備える。

【0047】

これらの、およびその他の発明の観点は、以下の概略図を参照して、制限的ではない例についての以下の詳細な説明から明らかとなる。

【実施例】

50



## 【0048】

(詳細な説明)

図1を参照して、周知のトランスデューサアレイスピーカーシステムの正面100が示されている。以下において、このシステムおよび本発明の変形例による新しいシステムは、一般に「サウンドプロジェクタ」と言及される。

## 【0049】

図1の周知のサウンドプロジェクタシステムには、各々が35mmの直径を有する254個のトランスデューサ111のアレイ110が含まれている。トランスデューサは、長方形の囲みまたは縁を備える三角形ピッチの格子に配置されている。アレイ110自体は、長方形の基板101上に配置される。基板の全体の大きさは、長さ900mmおよび高さ552mmである。トランスデューサ111は、通常等しくて、ほとんどの可聴スペクトルにわたって良好な音再生を行う。それらの振動板のサイズは小さいので、可動コイルシステムの行程(travel)を大きくして十分なパワーを達成する必要がある、それ故に、周知の設計において用いられるトランスデューサ111は、相対的に製造が困難で比較的高価である。

10

## 【0050】

従来技術によって提供されるのは、均一に間取りされた広帯域トランスデューサの2Dアレイであって、それを用いて、方向操作の可能な1つ以上の音のビームを生成し、続いてそれは、1つ以上のチャンネルオーディオ信号、例えばステレオまたはサラウンド音の1つ以上のチャンネルを再生する。ビームは、アレイを横切ってトランスデューサごとの時間遅延を挿入することによって方向操作され、そして所定のアレイからの多重の同時ビームが、線形的な重ね合わせによって生成される。しかしながら、そのような方向操作の可能な装置を技術的および商業的に成功して実施するには、以下に記述するようないくつかの問題を克服しなければならない。

20

## 【0051】

定義：

DSP デジタルサウンドプロジェクタ、すなわち、多重ビーム、方向操作の可能な音フェーズドアレイスピーカーの特定の実施例。

HF 高周波 [例えば、 $> 2$ 乃至 $4\text{ kHz}$ ]

LF 低周波 [例えば、 $< 300$ 乃至 $500\text{ Hz}$ ]

MF 中間周波 [LFとHFとの間]

30

## 【0052】

解決すべき問題には、以下のものがある。

- 低費用で簡素に良好な指向性を達成する。
- 少数のトランスデューサで低サイドロープレベルを達成する。
- 低費用で良好なLF性能を達成する。
- テレビ画面の外枠内に収まるほど十分に小さい有用なDSPを作る。
- 低費用で同時二重モノラルオーディオ性能を可能とする。

## 【0053】

(トランスデューサの数と配置)

アレイを形成するトランスデューサの数は、アレイの面積に比例し、トランスデューサ間分離の二乗に反比例する。望ましくないビームのサイドローブ(格子サイドローブ)は、臨界周波数 $F_c$ を超える周波数でアレイによって生成され、ここで $F_c$ は、波長がトランスデューサ間分離と同じオーダーの音波の周波数である。これらの格子サイドローブは、望ましい主ビームと同じか同様の強度のものであって、同様の(細い)ビーム幅のものであり、そうであるので簡単には無視できない。これらの格子サイドローブの有害な効果を最小限化するために、トランスデューサ間分離をできる限り小さくして $F_c$ をできる限り高くする必要がある。理想的には $F_c$ は $\geq \sim 20\text{ kHz}$ であり、すなわち可聴性を超えるが、しかしこれによって、およそ17mm以下のトランスデューサ分離が必要となり、ここでその分離は、空気中の $20\text{ kHz}$ の音の波長のオーダーである。

40

50

## 【0054】

平面または曲面の2Dアレイについて、トランスデューサ分離のこの上限によって、トランスデューサの直径の上限が決定されるが、それはトランスデューサが大きくなると単純に物理的にアレイに合わなくなるからである。所定の性能（例えば、1mでのdB/Wの感度、最大パワー能力および帯域幅）を備えるトランスデューサの費用および複雑さは、その物理的な大きさが低減されると非常に急峻に増大するが、その一因は、低周波数感度が振動板の面積の二乗に比例し、かつ小さな振動板からの大きなLF出力には非常に大きな可動域が必要であって、それによって今度は、非常に長い磁気間隙かまたは非常に長く重く非効率なコイルが必要となることである。

## 【0055】

所定のトランスデューサのタイプに対して、アレイとその駆動電子回路Cの費用および複雑さは、必要とされるトランスデューサの数とほぼ線形に増大する。分析的な形では、特徴的な囲みの大きさ、幅Wと高さH（実際に長方形であろうがあるまいが）の2Dアレイについて、面積Aは、

$$A = kWH$$

（ここで、長方形のアレイについて $k = 1$ 、楕円形アレイのような他の形について $k < 1$ ）である。 $c$ が、空気中の音速（ $\sim 340 \text{ m/s}$ ）であり、 $F_h$ が、望ましくないサイドローブを備えないアレイによって方向操作されるべき最も高い周波数であるなら、トランスデューサ分離Sが従うべきは、

$$S \leq c / F_h$$

（ここで、 $c / F_h$ は、周波数 $F_h$ の音の空気中の波長）である。この結果は、ビームがアレイに垂直にアレイ軸に沿って方向操作される場合について成り立つことに注意する。ビームが軸からある角度 $b$ だけずれて方向操作されると、アレイ軸に対して $\sim 90$ 度で最初にサイドローブが現れ、そしてSをさらに低減してサイドローブを消去しなければならない。ビームが軸から $90$ 度ずれて方向操作されるならば、Sは、格子サイドローブを防ぐために $S \leq c / 2 F_h$ を満たさなければならない。以下において $b = 0$ で、ビームが軸上にある場合のみを考慮するが、上記と同様の考察はなおも当てはまる。

## 【0056】

そうすると、アレイNにおけるトランスデューサの概数は、下式によって与えられる。

$$N = k(W/S)(H/S)$$

そして、各大きさにおいて最も近い完全なトランスデューサに切り上げて、

$$N = k \text{Round}(W/S) \text{Round}(H/S)$$

（ここで、 $\text{Round}(x)$ は、その独立変数を近辺の整数に変えるある適当な切り上げ関数である）。

## 【0057】

最後に、費用Cがトランスデューサの数Nに比例するという上の記述を思い起こすと、

$$C = jN$$

ここで、 $j$ はある近似の比例定数である。そうして、必要とされるトランスデューサの数Nは、近似的に $k$ 、 $W$ 、 $H$ および $F_h^2$ に比例する（なぜなら、 $S \leq c / F_h$ ）。

## 【0058】

一方、アレイのビーム方向操作性能はその広がり比例し、すなわち、 $W$ の値が大きいほど可能な水平のビーム幅は狭くなり、 $H$ の値が大きいほど可能な垂直のビーム幅が狭くなる。また、 $S$ の値が小さいほど（かつ結果として $F_h$ の値が大きいほど）、望ましくないサイドローブを備えない最大方向操作可能周波数が高くなる。このように、費用／性能の利益は、これらの値をより小さくすることとより大きくすることとの間の折衷事項である。「最適の」解は無く、高いか低いかの費用に対して高いか低いかの性能を提供する解の組のみがある。

## 【0059】

表現（のみ）を簡単にするために、前述においては、トランスデューサが水平および垂直の長方形（かつ実際には正方形）の格子に配置されたものと仮定したことに注意する。

10

20

30

40

50

実用上より良好な均一のトランスデューサ配置が可能であり、それには三角形格子の配置も含まれていて、その格子の方向は、生成されるサイドロープの望ましくない効果を最小限化するように選択されている。そのような各格子配置において、異なっているが同様の式が適用され、それら全てがこの発明に含まれる。明快さのために、正方形の格子配置のみが記述されている。

#### 【0060】

例示のみを目的として、いくつかの例となる図が与えられる。サンプルの長方形、正方形格子アレイは、およそその大きさ  $W = 800 \text{ mm}$ 、 $H = 600 \text{ mm}$  を有し、 $F_h$  は  $\sim 8 \text{ kHz}$  となるように選択される（フルレンジの方向操作性能 - 対 - 適切な非常に直径の小さいトランスデューサの利用可能性の折衷）。そうすると、

$$S \leq c / F_h$$

であるので、

$$S \leq 340 / 8000 \sim 42.5 \text{ mm}$$

実用性を配慮して、 $S = 40 \text{ mm}$  が選択される。そうして、正方形格子アレイについて  $k = 1$  であるので、

$$\begin{aligned} N &= k \text{ Round } (W / S) \text{ Round } (H / S) \\ &= \text{Round } (800 / 40) \text{ Round } (600 / 40) \\ &= 20 \times 15 = 300 \end{aligned}$$

そうすると、そのようなアレイは、およそ 300 のトランスデューサ、各トランスデューサを駆動する別々の増幅器（合計 300 個）および 300 個の増幅器のアレイを駆動するための非常に多数の信号処理チャンネル（入力オーディオ源チャンネルの数に依存する）を必要とする。これは明らかに複雑で、おそらくは高価なシステムである。

#### 【0061】

ステレオのみの信号、またはステレオ信号プラス中央チャンネルのみの再生については、水平の大きさが狭いサウンドビームが良好に作用する（左右のチャンネルサウンドビームが、左右の壁またはリスニング領域のその他の反射体で跳ね返るとき）こと、さらには、垂直のビーム幅が再生を成功させる上で相対的に重要でないということも、モデル化、分析および実験から見出されている。そうして、オーディオの性能に低い影響しかないアレイの費用および複雑さを低減するために、 $H$  アレイの大きさ（高さ）を  $W$  の大きさ（幅）に対して大きく低減させ、そうして、ほぼ正比例して、アレイとその電子駆動回路の費用および複雑さを低減することができる。限界において、 $H$  は、以下の値までは低減されるが、それよりは低減されず、

$$\text{Round } (H / S) = 1$$

それは、 $H$  の大きさが、少なくとも、用いられるアレイトランスデューサの垂直の広がりと同じ大きさでなければならないからであり、そうして、垂直アレイビーム幅は、個々のトランスデューサビーム幅とほぼ同じだけの広さとされ、本質的には 1 つの「行」のトランスデューサがある。

#### 【0062】

用いられるアレイ格子パターンによっては、これらは必ずしも直線上にあるわけではなく、例えば三角形の格子が用いられるときもある。この限られた場合において、費用  $C$  は、

$$C = j N = j k \text{ Round } (W / S) \text{ Round } (H / S) = j k \text{ Round } (W / S)$$

#### 【0063】

さらには、完全サラウンド音もまた、そのような高さの低減されたアレイまたは RHA で、しばしば成功のうちに再生されるということも、モデル化、分析および実験によって見出されている。これらのアレイは、 $H \ll W$ 、例えば  $H < W / 4$  または  $H < W / 8$  以下、さらには垂直の大きさが水平のトランスデューサの間取りにほぼ等しい  $H \sim S$  さえをも有する。そのようなアレイは、広い垂直ビームではなく、細い水平ビームを生成し、そして、リスニング領域のいずれかの側にリスナーを過ぎる垂直の扇ビーム（すなわち、水平

10

20

30

40

50

に狭く垂直に広い) を向け、リスニング領域の後方の側壁または後方の壁にそれらが向かう途中でリスナーがそれを聞くことはなく、そしてそれが側壁および／または後方の壁で跳ね返ってリスナーの背後からリスナーへと戻ること、サラウンド音に必要とされる効果を生成するようなリスニング環境である場合に、サラウンド音を成功のうちに生成する。

【0064】

このように、1つの観点において、発明によって、相対的に低い費用で受け入れ可能な性能が提供される。

【0065】

(トランスデューサのサイズおよび選択)

前述のように、直径の小さい広帯域アレイトランスデューサ(すなわち、LFからHFに至るまでをカバーする)は、作るのに、とりわけLF端をカバーするのに、費用がかかって困難であり、それは、それらが非常に大きな可動域を必要とするからであって、そしてアレイ全体としては、費用がかかって広く消費者が使うものとはならない。

【0066】

この問題を解決するには、全てのLFオーディオ成分を再生する1つ以上のLFトランスデューサを加えればよい。そして残りのアレイトランスデューサは、中および高周波数のみしか再生する必要がなく、簡単な、低費用のトランスデューサで充分である。好ましくは、LFトランスデューサ(「ウーファ」)は、丁度アレイの境界内かまたは周囲に置かれる。これらは、再生すべきオーディオチャンネルの全てから、LF信号成分(この文脈で、LFはおおよそ300乃至400Hz未満を意味する)の全てを再生するのに用いられる。

【0067】

良好なLF再生のために、ウーファは、一般にアレイトランスデューサよりも大きな直径を有する。ウーファをアレイの周囲に置くことで、アレイトランスデューサの密接な均一の間取りが乱れることを回避し、そうして、ウーファがアレイの本体内に置かれていたならば生じたであろう好ましくない格子サイドローブが加わって生じるのを回避する。

【0068】

LF成分の分配は、幾通りかのやり方で行うことができる。最も簡単な場合には、LF成分は、各オーディオ入力チャンネルから濾波して取り出され、1つ以上のウーファへと分配される。洗練されると、LFオーディオ成分を、左前および左後のチャンネルからアレイの左に位置する1つ以上のウーファに分配し、右前および右後のチャンネルからアレイの右に位置するウーファに分配する。これによって、オーディオ信号の左右への分離が高められる。そのような装置において、中央チャンネルのLFオーディオ成分は、アレイの左右に位置するウーファに都合良くほぼ等しく分配される。さらに洗練されると、中央チャンネルのLF成分は、むしろ、アレイの中央またはその近くの広帯域LF可能アレイトランスデューサの小さなグループに全体的または部分的に分配できる。しかしながら、そのような中央LFアレイトランスデューサは、必要とされるアレイトランスデューサの間取りを乱さないとすれば、必然的に直径の小さなものとなり、したがって、残りのアレイトランスデューサよりも費用がかさみ、および／または複雑なものになりそうである。

【0069】

(真正面チャンネル)

アレイがリスニングルームの(壁の1つの真ん中に対比して)コーナーまたはその近くに置かれるとき、左前および右前(ステレオまたはサラウンド音)チャンネルを表すサウンドビームに適切な跳ね返りポイントを見出して、正しい方向から(すなわち左前および右前位置から)リスナーに到達するビーム軌道が含まれるようにするのはより困難であり得る。

【0070】

この問題を解決するには、少なくとも2つのより大きなLFトランスデューサを、丁度アレイの境界内かまたは周囲であるが、アレイの左右の側に支配的に位置付けて、追加し

10

20

30

40

50

、これらのトランスデューサのみを用いて（すなわち、アレイの他のものは用いず）左前および右前チャンネルの全スペクトルを（それぞれ）再生すればよい。

#### 【0071】

これらのLFトランスデューサもまたフルレンジ（すなわち、LFからHFまで、ここで、HFは、15kHzから20kHzまでを意味する）の応答が可能であるなら、好都合である。好ましくは、この目的でのLFトランスデューサは、「ホイザ（whizzer）」コーンの備わるウーファのような広帯域トランスデューサである。

#### 【0072】

代わりに、より大きなLFトランスデューサが左前および右前のオーディオチャンネル帯域幅を再生することが不可能であるならば、それらは、LFトランスデューサの各々に最も近いアレイトランスデューサの1つ以上と関係して用いられて良く、帯域分割フィルターは、左右のチャンネルのLF成分を左右のLFトランスデューサにそれぞれ向け、かつLFより上の成分を隣接する／最も近い1つ以上のアレイトランスデューサの各々に向ける。このようにして、左前のチャンネルは、アレイの左端から支配的に発し、右前のチャンネルは、アレイの右端から支配的に発し、2または多数のチャンネル源の通常のLおよびRステレオ成分の受け入れ可能なレンダリングを与える。

#### 【0073】

このアプローチは、LFトランスデューサの物理的な分離が広ければ広いほど、とりわけ画像と一緒に音を再生するのに用いられるとき、最新の28"乃至40+"のビジュアルディスプレイ画面（TV）と連結して、より良く作用する。しかしながら、それはLFトランスデューサの分離がより小さくてもまた適用可能である。リスナーによって認識される左右の音ステージの空間的な分離は、通常かつ周知のワイドステレオ信号処理アルゴリズムのいずれかを用いることでさらに高められる。

#### 【0074】

（不均一なアレイ）

サウンド音用高さ低減アレイの費用および複雑さは、テレビ受信機のような非常に容量の大きい一般消費者用の装置にとってはなおも高すぎる。そのような装置が実行可能であるためには、トランスデューサ、駆動増幅器および信号処理チャンネルの数をできる限り減らして費用を最小限化し、一方、左前、中央、右前、左後および右後のチャンネルの分離をできる限り高く維持することが必要である。アプリケーションが、例えば、ワイド画面TV（例えば、42"のプラズマ画面）であれば、ほぼその画面と同じぐらい広いアレイを有していて、全ての前面チャンネルの音が、画面幅をほぼ完全に横切って分配されるようにすることが望ましい。許容可能なトランスデューサの最大の間取りS（前述されており、望ましくない格子サイドロープを防止する）が与えられると、これによってトランスデューサの最小限の数 $N \geq \text{Round}(W/S)$ が暗示されており、それでは、商業化するにはあまりにも合計費用 $C (= jN)$ が大きくなってしまふ。実際の例：42"の対角線、16:9のアスペクト比のディスプレイ画面であって $W = 930\text{ mm}$ となるようなものを想定する。音響上のおよびトランスデューサの選択の理由から $S = 40\text{ mm}$ であるならば、画面と同じ高さH、すなわち $H = 523\text{ mm}$ の完全2D正方形格子アレイには、

$$\begin{aligned} N &= k \text{Round}(W/S) \text{Round}(H/S) \\ &= 1 \times \text{Round}(930/40) \text{Round}(523/40) \\ &= 23 \times 13 \\ &= 299 \text{ トランスデューサ} \end{aligned}$$

が必要となる。

#### 【0075】

2Dアレイの高さHが（この正方形格子の例において）1つのトランスデューサの高さに低減されているような限定のある場合においてでさえ、なおもこれには、

$$N_{\min} = \text{Round}(930/40) = 23 \text{ トランスデューサ}$$

が、23の駆動増幅器および多くの信号処理チャンネル（例えば、5段階に方向操作され

10

20

30

40

50

るサウンドビームシステムでは、最小で  $5 \times 2 \times 3 = 1 \times 1 \times 5$  の信号処理チャンネル) と一緒に必要となる。

#### 【0076】

この費用／複雑さ問題の潜在的な解法をここに記述する。第一に、前述のアプローチを用いて、アレイトランスデューサを、LF 無しの低価格装置および、LF オーディオ成分と、可能ならば (ステレオおよび／またはサラウンド音用の) 完全な左前および右前チャンネルとを再生するのにアレイの左右端で用いられる、少なくとも一対の、より大きな直径、LF または広帯域トランスデューサで実現できる。しかしながら、高さを限定する場合 (アレイは 1 トランスデューサの高さ) においてでさえ、これらの技法にはなおも、多数のアレイトランスデューサおよび、丁度示された例についてはさらに最小 2 1 (またはそれぐらい) のアレイトランスデューサが、LF トランスデューサの間に必要である。アレイトランスデューサの間取り S を増大させると、費用および複雑さを低減できるが、設計上の目標である 40 mm を超えてトランスデューサの間取り S を増大させると、意図したビームの方向が意図的にリスナーの一人以上または全員を外すようにする (例えば、左後または右後のチャンネルビームが一回以上壁または天井で跳ね返った後でのみ聞こえるように意図される) とき、しばしば直接リスナーに向けられる、受け入れることのできない、およそ 8 kHz 以上の完全振幅のサイドローブが生成される。

#### 【0077】

その解法は、トランスデューサの数を、経済的に受け入れることのできる数、例えば、 $N_{red} < N_{min}$  に低減することであるが、通常のように均一なトランスデューサ間の間取りを用いずに、トランスデューサ間の間取りを不均一として、とりわけ隣接するトランスデューサの対の間の間取りを、アレイの中央からその対が離れるにつれて増大させる。その効果は、格子サイドローブを「不鮮明とする」ことであり、それらの最大限の振幅を低減し、そしてそれによって、それらの抑制的效果 (nuisance value) が低減される。

#### 【0078】

この効果を達成するのに多くの方法があり、それらのいくつかは、この点について有益であり、すなわち、それらによって、トランスデューサの全体数がより小さくとも、所定の長さ (または高さ) またはアレイの全体サイズにわたっての配列を可能とし、一方、望ましくない全振幅の格子サイドローブビームの生成を回避するものである。1 つのとりわけ有益な構成を以下に記述するが、ここでそのプロセスでは、アレイの主要な寸法の 1 つ (例えば、正方形／長方形のアレイについては幅または高さ、あるいは三角形のアレイの 3 つの主要な方向の 1 つ) を記述している。

i) 最初に、アレイのこの寸法において用いるトランスデューサの数を偶数とするか奇数とするかを決定する。

i i) 偶数であるならば、第一の (中央の) 対のトランスデューサがアレイの (この寸法における) 中央ラインについて均等に間取りされ、奇数であるならば第一のトランスデューサが、この寸法において、アレイの中央に置かれる。

i i i) 次に、奇数の場合は残りのトランスデューサを、偶数の場合は全てのトランスデューサを、この寸法に沿っての平均アレイ振幅密度が、均一に駆動されるトランスデューサを用いて、有用な開口照射関数 (aperture illumination function)、例えば、直交、コサイン、ハニング、ハミング、ガウスなどに近似するように分配する。そのような間取り構成を決定する 1 つの方法を以下に記述する。

#### 【0079】

丁度記述された構成の変形例では、トランスデューサの 1 つ以上に供給される異なるパワーレベルを用いており (なぜなら、おそらくは、例えば、そのようなアレイの端またはその近くのトランスデューサの 1 つがウーファ、可能ならば広帯域ウーファであるときのように、より大きなまたは小さなパワー取り扱い能力を備える異なるトランスデューサがあるからである)、この変形例の構成において、同じ目標が掲げられており、すなわち、これらの他の理由で選ばれる個々のトランスデューサへの特別なパワーまたは振幅の分配

10

20

30

40

50

を行って、アレイの平均局部振幅密度が、トランスデューサの適切な間取りによって、望ましい開口照射関数に密接に従うものとされ、そして一般には、より高い振幅を備えるトランスデューサが、そうでないものよりも、それらに隣接するものからより大きく間取りされるものとなり、かつ振幅が低減されるトランスデューサが、それらに隣接するものにより近く（すなわち、最初の変形例でない構成におけるよりは）間取りされるものとなる。

#### 【0080】

そのように分配される間取り構成の主要な利点は、それによって、規則的なアレイによって生成される狭い全振幅の規則的に間取りされた格子サイドローブ（その臨界間取り周波数を超える）が、広い低振幅の分配された間取りのサイドローブへと変えられ、したがってそれは、どの1つの方向をも特定して「指す（point）」ことはなく、そうして、サイドローブ「内で（within）」リスナーに認識される効果をより小さなものとする。

10

#### 【0081】

前述の構成による不均一なアレイトランスデューサの間取りを選択する1つの有益な方法をここに記述する。簡素化のために、均一なトランスデューサの振幅を備える一次元のアレイ構造を記述するが、その方法は、不均一のトランスデューサ振幅を備えて二次元またはそれ以上で容易に一般化され、それらの構成もまた、この発明の一部である。

#### 【0082】

この構成の本質は、線形のソース振幅密度（1-Dアレイについて）または局所ソース振幅密度（2-Dについて）アレイの局部（隣接する）トランスデューサでの平均を、有用なウィンドウまたはアポディゼーション機能（apodisation function）であって、その通常の例には、コサイン、ハニングおよびガウスが含まれるものに従わせることである。一般に、均一に駆動されるトランスデューサについて、それらの分離は、アポディゼーション関数がより低いこれらのアレイ開口の部分においてより大きい（そして一般に、これらの関数はアレイの中央からアレイの端に向かってなだらかに減少する）。

20

#### 【0083】

1つの特定の実施例をここに記述する。（以下の表記  $y = \text{integral}(x) \text{ from } a \text{ to } b$  を、 $y$  が  $x$  を極限  $x = a$  と  $x = b$  との間で  $x$  を限定的に積分したものであることを示すものとして使う。）

30

A) アレイ長  $L$  [長さ単位] を選び、拡大縮小係数  $S = 1/L$  を定義する。拡大縮小された距離単位  $x$  をアレイ長が1になるように定義する。

B) 開口重み付け関数、例えば  $W(x) = \cos(\pi x/2)$  を選ぶ。

C) アレイにおけるトランスデューサの数  $N$  を選ぶ。

D) 0、1、2、...、 $N-1$  と番号付けられたトランスデューサを、 $x = X_0$ 、 $X_1$ 、 $X_2$ 、...、 $X_{N-1}$  [拡大縮小された距離単位における  $NB$ ] に位置付ける。

E)  $A = \text{integral}(W(x)) \text{ from } x = X_0 \text{ to } x = X_{N-1}$  とし、すなわち、ウィンドウ振幅の合計で必要とされるのは、隣接する  $X_i$  と  $X_{i+1}$  のトランスデューサの  $(N-1)$  対の各々の間の開口が、平均で合計開口に等しく貢献  $y(i) = A/(N-1)$  する。

40

F) そして  $X_0 = -1/2$  と設定し、第一のトランスデューサは定義によって  $x = -1/2$  にある。

G)  $y(0) = A/(N-1) = \text{integral}(W(x)) \text{ from } x = X_0 \text{ to } x = X_1$  となるように  $X_1$  を求める [積分可能なウィンドウ関数  $W(x)$  について、これは分析して簡単に解けることに注意する。より複雑なウィンドウ関数については計算して解くほうがより容易である]

H) 同様の計算によって  $i = 2$  から  $N-1$  まで連続して残りの  $X_i$  を求め、すなわち  $y(i-1) = A/(N-1) = \text{integral}(W(x)) \text{ from } x = X_{i-1} \text{ to } x = X_i$  である。

50

I) 適切に近似して  $X_{N-1} = +1/2$  であることが求められ、すなわち  $N$  番目のトランスデューサは単位長アレイの端にある。そしてアレイにおけるトランスデューサの「長さ単位」における位置が、 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_{N-1}$  を  $S$  で割ることによって求められる。

#### 【0084】

実際には、追加の、有用なトランスデューサの間取りの分配は、線形性パラメータ  $R$ 、 $0 \leq R \leq 1$  を定義することによって生成され、ここで、 $R=0$  は、均一な間取りを作り出し、また  $R=1$  は、前記方法によって計算されるような完全に不均一な間取りを作り出すものであることが見出される。第一に、重み付け関数  $W(x)$  は、次のように正規化されたバージョンの  $W'(x)$  で置き換えられる。

$$1 = \text{integral}(W'(x)) \quad \text{from } x = X_0 = -1/2 \quad \text{to } x = X_{N-1} = +1/2$$

同様に、正規化された均一のまたは方形の重み付け関数  $U'(x) = 1$  は、次の特性を有することが分かる。

$$1 = \text{integral}(U'(x)) \quad \text{from } x = X_0 = -1/2 \quad \text{to } x = X_{N-1} = +1/2$$

そして、上のステップ G) および H) では、代わりに以下を用いる。

G) 以下のように  $X_1$  を求める。

$$y(0) = 1/(N-1) = (1-R) \text{integral}(U'(x)) + R \text{integral}(W'(x))$$

ここで、前のように双方の  $\text{integral}$  は、 $\text{from } x = X_0 \quad \text{to } x = X_1$  についてである。

J) 残りの  $X_i$  を、順次  $i = 2$  から  $N-1$  まで同様の計算で求め、すなわち、

$$Y(i-1) = 1/(N-1) = (1-R) \text{integral}(U'(x)) + R \text{integral}(W'(x))$$

ただし、再度  $x = X_{i-1}$  から  $x = X_i$  まで積分する。

#### 【0085】

そうして、そのようなトランスデューサの間取りの分配の無限の集合を、 $0 \leq R \leq 1$  のように  $R$  の値を選ぶことによって、各全ての開口重み付け関数  $W(x)$  について計算することができる。  $R$  の特定の値によって、この明細書の他のところで説明しているような種類のアプリケーションについてとりわけ有用なアレイ構造が作り出される。例えば、 $W(x) = \cos(\pi x/2)$  で  $R \sim 0.8$  とすると、2人（またはそれ以上）のリスナーの各々に同時に異なるプログラムを提供するのに適切な、最大ピークサイドロープ振幅の低いサイドロープエネルギーの空間的な分配が、非常に広くなるが、しかし、 $R$  の多くの他の値も有用な効果を有していて、それらは、コンピュータで前述のアルゴリズムを実行し、そしてそのようなアレイによって生成されるビームの形をモデリングする別のプログラム（または同じプログラムの別の部分）への、トランスデューサの入力位置についての  $X_i$  の出力値を用いることによって選択される。

#### 【0086】

わずかに異なる特性を有するトランスデューサの不均一な間取り構成の異なる集合は、アレイの中央から始まって連続するトランスデューサ対の間取りの幾何学的数列に基づく。  $j$  が中央またはその右の第一のトランスデューサの番号（すなわち、 $j = N/2$  または  $(N+1)/2$ ）であり、かつ  $j$  未満の番号が付されるトランスデューサが、アレイの中央について鏡面对称に位置付けられる、純粋な幾何学的数列（ここで、 $(X_{i+1} - X_i)$  の  $(X_i - X_{i-1})$  に対する比が  $j \leq i \leq -1$  について定数である）で良好な結果が得られ、最初のビームの裾の振幅ならびに格子サイドロープの振幅を大きく低減するという特定の特性を有する。やはり、純粋に均一なアレイの間取り ( $R=0$ ) と不均一な間取りの幾何学的数列の間取り ( $R=1$ ) との間で滑らかな混合を作り出すパラメータ  $R$  は、前述のものと機能的に同様の方法で定義され、間にある  $R$  の全ての値によって、ビームおよびサイドロープのいかなる特長でも、所定のアプリケーションにおいて最も問題と

10

20

30

40

50



なるものを最適化するように選択することのできる、別の間取りの無数の集合が生じる。不均一の指数関数的なトランスデューサの間取りは、幾何学的数列の間取りに等しいことを示すことができる。

#### 【0087】

アレイ中央からの連続するトランスデューサの距離の幾何学的数列で、やはりアレイの中央について対称であるものが、トランスデューサの不均一な間取りの構成のさらに異なる集合において用いられる。j が中央またはその右の最初のトランスデューサの番号であり、かつ j 未満の番号が付けられたトランスデューサがアレイの中央について鏡面对称に位置付けられている純粋な幾何学的数列（ここで、 $(X_{i+1}/X_i)$  の  $(X_i/X_{i-1})$ ）に対する比が  $j \leq i \leq N-1$  について定数である）がまた有用であり得る。やはり、均一なアレイの間取り ( $R=0$ ) と中央から距離のあるそのような幾何級数的数列 ( $R=1$ ) との間の滑らかな混合を生み出すパラメータ R を、前述したのと機能的に同様の方法で定義することができ、間にある R の全ての値によって別の間取りの無限の集合が生じる。

10

#### 【0088】

同様に、なおも別の間取り構成では、以下の形の間取りが用いられ、ここで、p および q は定数である。

$$(X_{i+1} - X_i) = p \log(Iq)$$

やはり、そのような間取り構成は、特定の環境において有用であるビーム形およびサイドロープ形の特性の範囲を有する。

20

#### 【0089】

アレイトランスデューサを適切に不均一に間取りするように、これらの選択をする効果は、格子サイドロープがもはや完全な振幅（すなわち、望ましい主ビームと同様の強度）ではないというものであり、それらは、最大サイドロープピーク振幅が、信号ビーム振幅よりも少なくとも 5 dB、一般には 10 dB 低く低減されるように、振幅が低減され得るというものである。そうして、そのようなアレイにおける最小限受け入れ可能なトランスデューサの数はもはや、アレイの囲みの大きさの許容できる最大の間取りに対する比（すなわち、 $\sim W/S \times H/S$ ）によってではなく、非常に少数のトランスデューサと受け入れ可能な信号対ノイズ比との間で選択可能な折衷（この場合の信号は、望ましい方向からの可聴なレベルの音であり、ノイズが不鮮明とされたビームのサイドロープからの可聴なレベルの音である）によって制御される。これによって、アレイの設計者には、性能に対して費用を釣り合わせるのにさらなる自由度が加えられる。

30

#### 【0090】

アレイ性能におけるこれらの改良は、追加の信号処理を用いることなく達成されており、すなわち、これらの利点を達成するために、周波数から独立した信号の遅延のみを適用する必要があって、各トランスデューサ駆動チャンネルに特別な余分のフィルターを加える必要は（おそらく、場合によりけりの、最低限の追加計算または電子回路で行うことのできる単純な振幅重み付け関数以外に）無く、そうして追加の費用を負うことも無いということに注意する。これは、異なる音を、お互いにかかなり近くにいる異なるリスナーに向けるのにアレイが使われている場合にとりわけ価値があり、それは、同一出願人による特許番号 WO 01/23104 に記述されている性能の特別な場合である。

40

#### 【0091】

例えば、まず、均一に間取りされているアレイが、ソファの一端にいる一人のリスナー L1 にオーディオプログラム AP1（おそらくはそのソファから見えるところにある画面に表示されるビデオプログラム VP1 と関連している）を、かつおそらくは同じソファの他端にいる第二のリスナー L2 にオーディオプログラム AP2（おそらくは見えるところにある同じかまたは別の画面に表示されるビデオプログラム VP2 と関係している）を第二のサウンドビームによって、提供することが望まれているときの場合を想定する。その二人のリスナーは、水平な平面（であって、通常はほぼ同じ水平の高さであるが、可能性として一人のリスナーが例えば床に座っているならば異なる高さにある）においてアレイ

50

の中心にある角度  $A$  を定める。

【0092】

$L1$  に向けられるビームが  $F_0$  より高い周波数  $F_x$  を含み、 $F_x$  のサイドローブが  $L2$  に向けられるように同じ角度  $A$  だけ主ビームから分離されているとき、 $L2$  には、最大パワーでその周波数  $F_x$  の  $L1$  のプログラムオーディオが聞こえ、 $L1$  のオーディオプログラムの  $F_x$  に隣接する周波数は、周波数が  $F_x$  とより異なるにつれ、大きいけれどもより低減されたレベルで聞こえる。この干渉は非常に騒々しいものであり得る。特定のアレイについての  $F_0$  の値およびリスナーの分離角度によって、このことが同時に起こるいくつかの周波数  $F_{x1}$ 、 $F_{x2}$ 、 $\dots$  があり得る。この場合を、全体として同じ大きさのアレイが、良好に設計された不均一なトランスデューサの間取りを用いているときに起こることと対比する。

10

【0093】

ここで、意図せずして  $L2$  のプログラムが  $L1$  に最大レベルで聞こえる周波数  $F_x$  が無いとき - 実際不均一のアレイにおいてトランスデューサの数が大きく減らされていて（同じようなサイズの均一なアレイにおける数と比較して）でさえ、意図していないリスナーに到達する不要のサイドローブレベルは、意図したリスナーに認識されるレベルより 5 dB かまたはそれ以上低く設計することができる。そうすると、この性能の改良は、より費用がかかって複雑で均一なアレイでは、非常に価値がある。

【0094】

リスナーに到達する方向をよりよく分離して、多重ビームサラウンド音性能のために不均一アレイを用いるとき、サイドローブの干渉を低減するという同様の利点を得られる。

20

【0095】

（不均一アレイの変形例）

不均一アレイのさらに2つの有益な変形例、トランスデューサのサイズを不均一としたものおよびトランスデューサの位置が非対称であるものを、ここに記述する。

【0096】

前述の不均一アレイにおいて、アレイトランスデューサは中央でより近く間取りされ、アレイの端に向けてより広く間取りされている。したがって、直径のより大きなトランスデューサを、中心から離れた位置に備え付けることが可能である。実際、端に向けて間取りが徐々に増大するにつれ、端に向けてトランスデューサの直径を徐々に大きくできる。利点は、直径のより大きなトランスデューサが直径の小さなトランスデューサに比べてより大きな感度およびより向上した効率を有し、かつ一般には費用をほぼ同じにできるということである。そうして、費用をほとんどまたは全く増大させずに全体の性能を向上できる。

30

【0097】

これまで記述された不均一ラインアレイにおいて、トランスデューサの一般的な配置は、隣接するトランスデューサの対がアレイの中央からより離れるにつれ、そのトランスデューサの対が、より大きな分離を有するというものである。これは、垂直な中央線について対称なアレイに見られる傾向にある。

【0098】

アレイの中央のいずれかの側に位置するトランスデューサの間取りの不均一性が中央について対称的でないならば、すなわち、トランスデューサの位置が中央について鏡面像でないならば、最大サイドローブ値のさらなる低減が達成できる（すなわち、サイドローブは非対称性によってなおさらに「不明瞭にされる」）。

40

【0099】

間取りの幾何学的級数を  $0 \leq R \leq 1$  である非線形パラメータ  $R$  で生成する、先に記述した方法を用いると、その方法で、中央線のいずれかの側に対称的なトランスデューサ位置が作られる。中央線のいずれかの側のトランスデューサ位置についてパラメータ  $R$  の異なる値を用いることで、非対称な不均一パターンを作り出すことができる。この場合、中央の両側での間取りはなおも幾何学的に関係しているが、中央のそれぞれの側で実際の

50

間取り値は異なっている。

#### 【0100】

これを実施する例を以下に示す。これは、記述を明確にするために用意される1Dの例であるが、そのアプローチは、2Dおよび3Dにおいても等しく良好に作用する。

#### 【0101】

21個のトランスデューサを備える1m長のアレイを考える。19.75KHzでは、ビームは真っ直ぐに前方に（アレイに垂直に）導かれ、-90度から+90度の最小の最大サイドローブ値が達成されて、 $R = 0.98$ で、垂直な中央線について幾何学的に対称的なトランスデューサの間取りでは、最大のサイドローブレベルが-7.73dBである。R（左）=1.0かつR（右）=0.41（図2Iを参照）での非対称で不均一な間取りとすることによって、最大サイドローブレベルは-9.33dBに低下し、余分な部品、アレイのサイズもしくは信号処理無しで、価値ある1.6dBの向上が得られる。

10

#### 【0102】

前述の解法を実行することの可能な複数の配置が図2A乃至図2Hに示されており、ここで、小さな円は、高周波数トランスデューサ（特許請求の範囲では第一のトランスデューサと称される）を表し、また大きな円は、低周波数または広帯域トランスデューサを表す。高周波数トランスデューサは、低周波数オーディオ信号を適切に出力するのは不可能である。

#### 【0103】

ここで、図2Aを参照すると、本発明による第一のトランスデューサアレイのスピーカースシステムの正面200が示されている。

20

#### 【0104】

その新規のサウンドプロジェクタには、40mmの正三角形ピッチで搭載された38mmの直径を有する132個の小さな高周波数（HF）トランスデューサ211のアレイ210が含まれており、その三角形のピッチは、三角形の底辺または頂辺がアレイの幅と平行となるように方向付けられている。ほぼ楕円形のアレイは、17個のトランスデューサの中央の水平な行を備え、そして残りのトランスデューサのレイアウトは、三角形の格子におけるこの水平な中央線について概ね対称的であり、17個の行の上下に、連続して隣り合う16個、15個、12個、9個／10個および4個／6個のトランスデューサの行を備え、トランスデューサは全体で132個となっている。

30

#### 【0105】

そうして、トランスデューサは、1つのトランスデューサの中心が、上または下の行の、あるいは同等にその右または左の列の2つのトランスデューサ間の中央ライン上に置かれる、密度の高い（三角形の）アレイとして配置されている。1行または1列あたりのトランスデューサの数は、アレイの中央に向かって増大していて、アレイは卵型になっている。

#### 【0106】

アレイ210は、長方形の基板201に載置され、コーナーは、サイズの等しい4個の低周波数（LF）トランスデューサまたはウーファ212を載置するために残されている。低周波数トランスデューサは、約105mmの直径を有する。LFトランスデューサの中心から中心までの間取りは、200mmを超える。LFトランスデューサとHFトランスデューサとの間の中心から中心までの距離は、85mmから240mmの範囲にある。

40

#### 【0107】

基板の全体の寸法は、長さ734mmかつ高さ434mmで、そうして、ある部類の商業的に入手可能なテレビ受信機のサイズにほぼ整合している。

#### 【0108】

直径38mmの高周波数トランスデューサの-3dBのカットオフ周波数は、 $c / F_c = 0.86$ mのカットオフ周波数に対応して約400Hzである。したがって、サイドローブを低減するために最も近い低周波数トランスデューサ間の中間点の間取りは約0.43mに設定するのが最も良く、かつ低周波数トランスデューサ間の領域は、高周波数トラ

50

ンスデューサで密に満たされている。

【0109】

ウーファの間取りについてのこの制約は、Fc未満への高周波数トランスデューサの応答曲線における低下を補償するよう適合される信号増幅を通して、カットオフ周波数を有効に低減することによって緩和される。しかしながら、この処理を通して望ましくない移相が導入され、それは「オーバードライビング」と称することができる。移相にも関わらず、全てのトランスデューサの位相は、高および低周波数トランスデューサの双方から発せられる音を方向操作するよう正確な遅延を導入するという目的で依然として制御可能なままであるべきである。したがって、以下に記述する信号処理には、例えばウーファ信号の信号経路に導入される移相または補償フィルターを含むことができる。図2Bの変形例においては、低周波数トランスデューサ212が、主アレイ210の下端に位置する線に沿って載置されている。この場合、低周波数トランスデューサは、図2Aに示されている場合よりも高い周波数（トランスデューサの間取りに関して）に音を導くようサブアレイを形成することができる。

10

【0110】

発明のさらなる変形例が図2C乃至図2Jに示されている。図2C、図2Dおよび図2Eは、発明の高さが低減されたアレイ200を示す。それぞれにおいて、高周波数トランスデューサ211のアレイ210は、水平方向に延びており、アレイの高さは、幅よりもずっと小さい。各アレイは、低周波数のみのまたは広帯域（低、中および高周波数）の伝送が可能である大きな直径のトランスデューサ212によってそれぞれ水平端で終端されている。図2Cおよび2Dにおいて、それぞれ3列および2列のトランスデューサがあり、一方、図2Eは1列のトランスデューサを示す。そのような高さの低減されたアレイは、複雑ではなく、そうして図2Aおよび図2Bに示される、より大きなアレイよりも費用がかからず、かつそれらのコンパクトな形状によって、テレビ画面またはその隣（好ましくは下または上）に良好に据え置かれるものとなる。

20

【0111】

発明の不均一アレイの例が、図2F乃至図2Jに示されている。高周波数トランスデューサ211の水平な間取りは、アレイ210の長さに沿って変化し、その間取りは、アレイの両端に向けて大きくなっている。図2Fには、全て同じサイズのトランスデューサ211のアレイ210が示されており、一方、図2Gには、直径のより大きなトランスデューサ212で、端のトランスデューサが置き換えられているものが示されている。図2Hには、やはり同じサイズのトランスデューサ211が示されているが、この場合には、トランスデューサの直径が大き過ぎてそれらは直線状に配置されていない。この場合に、アレイの中心の5個のトランスデューサ213が互い違いとされていて、すなわち、それらは垂直に変位されていて、一方、それらの水平の間取りは、図2Fおよび図2Gにおけるのと同じままである。図2F乃至図2Gの配置によると、望ましくないサイドローブを生じさせることなく、高い指向性のあるサウンドビームの生成が可能であり、したがって、二重モノラルまたはサラウンド音のようなアプリケーションにおいて、とりわけ利点がある。

30

【0112】

図2Iには、不均一でありかつ垂直中央線について非対称であるトランスデューサの分離の例が示されている。この構成によると、サイドローブの低減に関して有用な普通以上の性能を達成することが見出されている。

40

【0113】

図2Jには、アレイの両端に向けてトランスデューサのサイズが増大する不均一なアレイが示されており、トランスデューサは、間取りが変化しているけれども全体を通して密に間取りされている。大きなトランスデューサは、小さなトランスデューサよりも感度が高く、効率が良いので、そのような配列によって性能は向上しそうである。図2Jに示されているトランスデューサは、図2F乃至図2Hのものと同じトランスデューサ間の間取りを有する。

50

## 【0114】

以下において、新規のサウンドプロジェクタの様々な部品を記述する。たいていの部品は、周知のシステムにおいて用いられているものと類似または同一であって、新規の配置に適合させることのみが必要である。

## 【0115】

図3Aを参照すると、入力301で、コンパクトディスク(CD)、デジタルビデオディスク(DVD)などのような装置から、オーディオ源の材料が、S/PDIFフォーマットかまたはその他の産業標準フォーマットの、光または同軸電気デジタルデータストリームとして、サウンドプロジェクタによって受け取られる。この入力データは、単純な2チャンネルのステレオ対か、ドルビーデジタル(登録商標)5.1またはDTS(登録商標)のような圧縮され、符号化された多チャンネルのサウンドトラックか、オーディオ情報の多重の別々のデジタルチャンネルかを収容する。

10

## 【0116】

符号化され、および/または圧縮された多チャンネル入力はまず、標準オーディオおよびビデオフォーマットに利用可能な装置およびファームウェアを用いて、デコーダー302で復号および/または解凍される。アナログデジタル変換器(図示されない)もまた内蔵されていて、アナログ入力源への接続(AUX)が可能であり、それは、直ちに適切にサンプルされたデジタルフォーマットへと変換される。結果として得られる出力は、典型的には、3対、4対またはそれ以上の対のチャンネルを備える。サラウンド音の分野においては、これらのチャンネルはしばしば、左、右、中央、サラウンド(または後方)左およびサラウンド(または後方)右チャンネルと言及される。低周波数効果チャンネル(LFE)のような他のチャンネルも、信号中に存在してよい。

20

## 【0117】

これらのチャンネルまたはチャンネル対は、それぞれサンプルレートコンバータ(SRC)305に送られ、それは、信号を、内部システムクロック304のクロック信号によって同期された48.8KHzおよび24ビットの量子化の内部データフローへと変換する。

## 【0118】

そして信号ストリームは、デジタル信号処理(DSP)ステージ306へと入り、それは、トランスデューサの特性または性能を補償し、補間し、かつ96KHzの信号ストリームへとアップサンプリングする。このDSPステージ内でまた、以下の図4を参照してより詳細に記述しているように、信号ストリームから低周波数コンテンツを取り除く整合フィルターが実現されている。

30

## 【0119】

さらなるDSPステージ307は、全ての入力オーディオチャンネル(典型的には8つ)にアンチエイリアスおよび音質制御濾波を行い、そして全体として8倍にオーバーサンプルされたデータレートへとオーバーサンプリングおよび補間を行って、390KHzで8チャンネルの24ビットワード出力サンプルを作り出す。このDSPステージにおいてもまた、信号制限とデジタルボリューム制御が行われる。

## 【0120】

DSPステージには、1つ以上のデジタル信号プロセッサユニットが含まれている。これらは、商業的に入手可能なDSPを用いて実現することができる。代わりに、信号処理の一部または全ては、特定用途向けIC(ASIC)の形で注文に応じてシリコンで実現されてもよい。

40

## 【0121】

典型的にはARM(RTM)コアに基づいて、制御ユーザーインターフェースユニット303のマイクロプロセッサが、アレイのトランスデューサのためのタイミング遅延データを、ユーザーからリモコンまたはインターフェースとなるコンピュータ装置を介してデジタルサウンドプロジェクタに送られたリアルタイムビーム方向操作設定から計算する。代わりに、このタイミングの計算は、よりパワフルなDSPへと転送することもできる

50

。サウンドプロジェクタが、出力チャンネルの各々を独立して方向操作できる（各オーディオ入力チャンネル、典型的には4つから6つ、について1つの方向操作された出力チャンネル）とすると、別々の遅延計算が多数行われる。この数は、方向操作される出力チャンネルの数にトランスデューサの数を掛けたものに等しい。デジタルサウンドプロジェクタが、各ビームをリアルタイムで動的に方向操作することもまた可能であるならば、著しい遅延なく計算を行うことも必要となる。一旦計算が行われると、遅延要件または時間は、利用者書き込み可能ゲートアレイ（FPGA）308に配送され、ここで遅延が、高速静的バッファRAMバッファ309を用いて実際に加えられて、8つのチャンネルの各々のデジタルオーディオデータサンプルに加えられる必要な遅延を生成し、各チャンネルの別々に遅延されているバージョンが、出力トランスデューサの各々（図2Aの実施例においては132個）について生成されている。代わりに、この遅延機能は、ASIC内により費用効果的に実行することもできる。制御ユーザーインターフェース303におけるARMコアもまた、全てのシステム初期化および外部との通信を取り扱う。

#### 【0122】

信号ストリームが、高速静的バッファRAM装置309を制御するFPGAロジックに入る。

#### 【0123】

そして、周知の装置において、24ビット幅かつ390KHzの132個の信号が各々、DSPステージのFPGA308においてもまた実現されている量子化／ノイズシェーピング回路を通され、データサンプルワード長を390KHzで8ビットに低減し、一方で、ノイズシェーピング技法を用いて、可聴帯（すなわち～20Hzから～20KHzまでの信号周波数帯）内の高い信号対ノイズ比（SNR）を維持する。このステージで、所望のウインドウ関数によってトランスデューサ出力の各々に重みを加えることがさらに可能である。

#### 【0124】

サンプルワード幅の低減されたデータストリームが、各々31.25Mb/sで、追加のボリュームレベルデータを収容する13の直列データストリームに分配される。各データストリームは、13のドライバ基板の1つに割り当てられる。さらに4つの信号ストリームが、低周波数トランスデューサのドライバに割り当てられる。

#### 【0125】

図3Bに示されるように、ドライバ回路基板は、好ましくは、それらが駆動するトランスデューサ313に物理的に近く、それらが制御するトランスデューサの各々に、パルス幅変調クラスBD出力ドライバ回路を提供する。他のパワー増幅器もまた適用可能である。

#### 【0126】

ドライバ回路への供給源圧は、クラスDパワースイッチとして同じ印刷回路基板（PCB）に載置される低損失スイッチングレギュレータ311によって変えられる。パワー供給線相互変調を最小限にするために、各クラスDスイッチについて1つのスイッチングレギュレータがある。費用を低減するために、各スイッチングレギュレータを、2つ、3つ、4つまたはその他の整数倍のクラスDパワースイッチへの供給に用いることができる。

#### 【0127】

いずれの低周波数または広帯域トランスデューサも、それを多数のトランスデューサ313の中を含め、それに遅延信号を提供することによって方向操作の可能なアレイの一部とすることができる。遅延は、FPGA308のいずれかのアレイトランスデューサで行うのと同じように計算される。そのように変更すると、LFトランスデューサを、方向操作される音のビームに貢献させるか、主アレイから独立するサブアレイとして制御できるかとする。

#### 【0128】

低周波数コンテンツは、全ての入力チャンネルから濾波されて、4つの低周波数トランスデューサによって発せられるべき信号ストリームを形成するように加えられる。図4の

10

20

30

40

50

基本的な図には、サウンドプロジェクタ内の交差する、もしくは整合するフィルター部品が示されている。多チャンネルオーディオ信号は、左L、右Rおよび中央Cチャンネル、サラウンドチャンネルSC（サラウンドまたは左後、サラウンドまたは右後等）および低周波数効果チャンネルLFEを含む様々なオーディオチャンネル信号に分離される、符号化されたデジタルビットストリームとして到着することが想定されている。

#### 【0129】

そうして、復号された信号が、交差システム410への入力を形成する。図3に示されるように、n個のサラウンドチャンネルおよびL、R、Cチャンネルは、適切な利得調整411の後、双方ともハイパスおよびローパスフィルタ412、413を用いて帯域分割され、それらの低周波数コンテンツは、LFE信号と一緒に低周波数チャンネルに加えられて、究極的には、低周波数ウーファの出力が左および右にそれぞれ組み合わせられる左および右低周波数またはウーファチャンネルWL、WRを通して発せられる。

10

#### 【0130】

図4に示される整合フィルターまたは交差システム410は、前述のサウンドプロジェクタのデジタル信号処理ユニットの小区分として好都合に実現される。

#### 【0131】

全てのオーディオ周波数（例えば、70Hzから20KHzまで）が、高周波数トランスデューサと同様にウーファにも供給されるならば、結果として望ましくない格子サイドローブが幾分加わって生じてしまい、（ウーファと高周波数トランスデューサとの間の中心から中心までの240mmの最長のギャップにより）～1.3KHzの周波数で現れ始め、ギャップのサイズの範囲のために、～1.3KHzと～3.8KHzとの間の周波数で振幅がより広くかつより強くなる。

20

#### 【0132】

ローパス整合フィルターをウーファと直列に設定して、それが、およそ1.3KHzで振幅を低減し始め、およそ3.8KHzでほぼ完全にカットオフする（すなわち-20dBまたはそれ以上減衰させる）ようにすることで、アレイのサイズを幾分有益で効果的に増大でき（ウーファを加えた度合いによる）、それと相まって、同じ理由で放射されたビーム幅が関連して低減することおよび、追加して生成される格子ローブを振幅の小さなものに保つことができる（例えば、主ビームよりも<-20dB）ということがモデリングおよび経験によって見出されている。

30

#### 【0133】

低周波数トランスデューサまたはウーファに送られる信号の絶対振幅値は、各高周波数トランスデューサに送られる信号レベルよりも、対応して大きく、放射された局所の音響パワー密度（パネル201の平面において）は、主トランスデューサアレイの局所的な広がりとしてウーファが用いられているオーディオ帯域の部分においてほぼ一定であり、それは、この例において[～300から400Hz]から[1KHzから1.3KHz]の範囲であり、HFトランスデューサよりも大きな放射領域を有するウーファは、結果として、HFトランスデューサの各々よりも大きな音響パワーを放射することが必要で、その2つのタイプのトランスデューサの相対的な感度は、この条件を満足するときに考慮する必要があって、かつそれらのパワー取り扱い能力をもまた観察する必要がある。

40

#### 【0134】

やはり、この例においては、[～300から400Hz]未満のオーディオ帯域において、低周波数パワーの実質的に全てがウーファへと送られる（かつMF/HFトランスデューサにはほとんどまたは全く送られない）。～1KHzと～4KHzとの間の移行領域においては、LPフィルターは、連続して弱くなっていくパワーで、アレイの格子サイドローブ性能にほとんど影響を与えないその帯域で、ビームの絞り（ビーム幅の減少）を有益に向上する周波数をますます増やして混ぜ合わせる。

#### 【0135】

図4のフィルターはまた、入力信号からの左前および右前のチャンネルを濾波して、それを低周波数または広帯域トランスデューサに排他的または非排他的に向けるのにも用い

50



ることができる。

【0136】

前述のシステムは、例えば上で参照した国際特許出願W O O 1 / 2 3 1 0 4 およびW O O 2 / 0 7 8 3 8 8 に記述されているような、周知のより大きなアレイによって生成されるものを、ある観点においては凌ぐ質の、音のビームを発することが可能である。図5には、図1に示されるように配列される周知の256個のトランスデューサアレイによって生成されるサウンドビームの強度プロファイルを、図2Aに例示されるような発明のアレイによって生成されるビームと比べるシミュレーションされた輪郭図が示されている。ビームは300Hzの周波数を有しており、アレイの前方に真っ直ぐに向けられ、そうしてビームの中心の方向は図の中心である。図の軸は、水平および垂直に角度をなしている（すなわち、-90度から+90度までであって中央で0度である）。 10

【0137】

図5Aの輪郭図には、音エネルギーを低下（例えば、-3dB）させる第一の輪郭線51が示されている。ビーム幅は、輪郭線51の2つの部分の間の距離に比例する。図5Bにおいて、4つの低周波数トランスデューサを利用せずに、図2Aに示されるようなアレイによってビームが生成される。第一の輪郭線51は、目に見えるものではなく、図5Aに示されているよりも広いビームを示している。図5Cにおいて、コーナーの4つの低周波数トランスデューサは、主アレイのトランスデューサの駆動信号に対して、強度/振幅10の信号によって駆動される。輪郭線51の2つの枝がここで再度目に見えるものとなり、ビームを狭める上で、低周波数トランスデューサを追加するのに有益な効果があることを例示している。 20

【0138】

二頭矢印52は、図5Cの輪郭線51の間の距離を示し、他の図においても同じ長さの矢印が示されていて、例示される場合の間で比較できるようになっている。図5Dにおいて、コーナーの4つの低周波数トランスデューサは、主アレイのトランスデューサの駆動信号に対して、強度32の信号で駆動され、アレイの双方の部分の出力をほぼ同じにしている。輪郭線51の双方の枝は再度一緒に近づき合い、より低い次の輪郭線もまた現れて、さらにビームが狭くなっていくことを示す。図5Eにおいて、コーナーの4つの低周波数トランスデューサは、主アレイのトランスデューサの駆動信号に対して、強度100の信号によって駆動される。追加の輪郭線によって示されるように、ビームの鮮明さはさらに向上している。 30

【0139】

ビームの質（締りと望ましくないサイドローブの低減）は、トランスデューサ間の不規則な間取りを用い、そうして隣り合うトランスデューサの間の距離を変えるか、発せられる信号の周波数に依存してアレイサイズを（そしてそれによって音を発しているトランスデューサの数も）限定する信号経路にウインドウ関数を導入するかして、さらに向上される。

【0140】

不均一な間取りおよびウインドウ化の効果が、図6A乃至図6Gに示されており、それら全ては、25個のトランスデューサを備える1m長のラインアレイに関する。各図の上には、1列の中実円が示されており、トランスデューサのレイアウトと間取り（円のサイズは正しく縮尺されていない）を示している。各図の下にあるのは、角度に対してdBで計算される音圧レベル（SPL）の図であって、零度がサウンドプロジェクト平面に垂直な順方向である。 40

【0141】

図6Aおよび図6Bには、アポディゼーション（ウインドウ化）を備えていない、および備えている、均一なアレイがそれぞれ示されている。10kHzのサウンドビームは、右55度に方向操作され、結果として右側にピーク61を生じている。この周波数では、完全な振幅のサイドローブ62、63が0度および-50度で発生する。ウインドウ化がなければ、図6Aにおいて、主ビームは多重の開口ローブ64の「裾」を有する。図6B 50



においては、発明によるコサインウインドウアポディゼーションが適用されていて、「裾」は消失している。これはビームの締りを向上させている。

【0142】

図6Cおよび図6Dには、均一および不均一なトランスデューサの間取りを備えるアレイがそれぞれ示されている。4.5kHzのビームが、ハニングウインドウアポディゼーションで右55度に方向操作されている。均一なアレイにおいて、図6Cでは、55度の主ビーム61は、-70度に十分なパワーのサイドローブ62を有する。発明による不均一なトランスデューサの間取りでは、図6Dにおいて、完全パワーのサイドローブが不明瞭となっていて、振幅がずっと低減されている一連のサイドローブ65を生成している。これらは、メインビームよりも17dBを超えるだけ低いところ全てにある。そのようなサイドローブは、リスナーがほとんど検知できないので、この配置によって、より向上した音場が、例えば、ステレオ、サラウンド音または「二重のモノラル」のアプリケーションにおいて生成される。

10

【0143】

図6Eおよび図6Fにはさらに、「二重モノラル」アプリケーションについて不均一なアレイの利点が示されており、ここで二人のリスナーが二つの異なるオーディオプログラムを聞いている。前述のように、主ビーム(7.8kHz、ハニングウインドウ)が、この場合は30度で、右に方向操作され、ここにおそらく第一のリスナーが座っている。均一なトランスデューサの間取りがあって、図6Eでは、主ビーム61に加えて完全パワーのサイドローブ62がある。サイドローブ62は30度左の方向にあって、それは第二のリスナーが座っていそうなところである。第二のリスナーが第二の、異なるオーディオプログラム(それは、30度左に方向操作される第二のサウンドビームとしてサウンドプロジェクタが生成することのできる)を聞いているならば、それらは第一のリスナーのプログラムからの大きなサイドローブによって大いにかき乱されるであろう。反対に、不均一なアレイでは、図6Fにおいて、十分なパワー(0dB)のサイドローブが無く、30度左の第二のリスナーの位置で、サイドローブ66は主ビームと比べて17dB低下している。これは、とりわけ第二のリスナーが自分のオーディオプログラムを聞いているならば、ほとんど聞こえない。

20

【0144】

図6Gには、20Hzから20kHzまでの全ての周波数にわたって別々に積分された信号67(実線)とノイズ68(点線)とが示されている。アレイは、 $R=0.73$ の幾何学的に間取りされた不均一アレイである。主ビーム61は30度右に方向操作される。ノイズレベル68は、主ビームにおいて(図6Gにおいて0dBで示される)ピーク信号レベルよりも13dBを超えるだけ低ければ至るところにある。したがって、このトランスデューサの配置によって、可聴スペクトル全体を通して良好に音が局地化される。

30

【0145】

ここで図7を参照すると、サラウンド音システムとして用いられるときのサウンドプロジェクタ70が示されている。それには、小さな、大多数のトランスデューサ711と、より大きな、4つの低周波数トランスデューサ712とを備えるトランスデューサのアレイまたはスピーカー71が含まれている。そのシステムは、オーディオ入力信号が音のビーム72-1、72-2として発せられるように制御される。

40

【0146】

音のビーム72-1、72-2は、アレイの前方における半分の空間内で任意の方向に制限内で向けることができる。注意深く選択された反射経路を用いることで、リスナー73は、アレイによって発せられるサウンドビームを、あたかもその最後の反射の場所から、またはより詳しくは、壁によって反射されるような、ミラー映像と似ていなくもないアレイの映像から生じているかのように認識する。

【0147】

図7において、2つのサウンドビーム72-1および72-2が示されている。第一のビーム72-1は、部屋の一部である側壁761に向けられて、リスナー73の方向に反

50

射される。リスナーは、このビームを、反射スポット 77 の後方か前方に位置するアレイのイメージから、そうすると右から、生じているかのように認識する。第二のビーム 72 - 2 は、点線で示されていて、リスナー 73 に到達する前に 2 回反射を行う。しかしながら、最後の反射が後方のコーナーで起こると、リスナーはその音があたかも自分の後方にある源から発せられているかのように認識する。

#### 【0148】

ここで図 8 を参照すると、二重モノラルモードで用いられているときの発明のサウンドプロジェクタ 80 が示されている。サウンドプロジェクタ 80 は、垂直に載置された（明快にするため図 8 に斜視図で示されている）テレビ受信機 81、例えば、フラット画面 LCD テレビの下に置かれている。テレビ 81 は、多重ウィンドウモードで動作しており、第一のプログラム、ビデオ 1 (V1) を画面の左半分 82 に、そして第二のプログラム V2 を画面の右半分 83 に示している。プログラムは、テレビ 81 の前に位置しているソファ 86 に着席していることが示されている二人の人 84 および 85 が見ている。プログラム V1 に対応するオーディオトラック A1 がサウンドプロジェクタによって再生され、結果として得られるサウンドビーム 87 が、ソファ 86 の左端に座っている人 84 の方向に操作される。実線 871 は、ビーム 87 の限界を描写している。同様に、プログラム V2 に対応するオーディオトラック A2 が、ソファ 86 の右端に座っている第二の人 85 に向けられるサウンドビーム 88 として再生される。点線 881 は、ビーム 88 の限界を描写している。双方のビーム 87、88 は、リスナーの位置 84、85 の近くに焦点を合わせていることが示されている。ソファ 86 の位置で 2 つのサウンドビームは重ならない。そうすると、左の人 84 には、左の画像 V1 に対応する左のオーディオトラック A1 のみが聞こえ、同様に右の人 85 には右の画像 V2 に対応する右のオーディオトラック A2 のみが聞こえる。

#### 【0149】

図示されているサウンドプロジェクタ 80 は、横一列の、不均一に間取りされた HF トランスデューサ 90 と、各端の LF ウーファ 91 とを備える発明の実施例である。この配置では、十分なパワーのサイドローブが形成されず、いずれのリスナー 84、85 も、他方のリスナーのプログラムからの高振幅音によって邪魔されることはない。本質的に、リスナー 84、85 にそれぞれ向けられた主オーディオビーム 87 および 88 で伝播される、自分たちが見ているプログラムからのオーディオコンテンツしか、各リスナーには聞こえない。

#### 【0150】

発明の範囲内で他の配置が可能であることは明らかである。例えば、リスナーは別々に座っているかもしれない、一人は他方よりもよりテレビに近いとか、両者が異なる高さにおいて、例えば一人が座っていて他方が床に寝ていたり立ったりしているかもしれない。前述において、各リスナーは、1 つのオーディオビームまたは「モノラル」音しか受け取らない。2 つのオーディオビームを、各リスナーが見ているプログラムのステレオ左およびステレオ右信号に対応して、それぞれに向けることも等しく可能である。この場合、ステレオ左ビームはリスナーの位置の左のみに向けられており、ステレオ右ビームはその右にのみ向けられている。同様に、各リスナーは、自分たちが見ているプログラムに対応する後方サウンドビームを受け取ることができる。さらには、上では二人のリスナーの配置が記述されているが、サウンドプロジェクタがリスニング領域のまわりに位置している三人以上のリスナーに対して独立したオーディオビームを提供することも直ちに可能となる。最後に、図 8 においては、サウンドプロジェクタ 80 がテレビ 81 とは別に示されている。そうではなく、それをテレビ 81 内に内蔵して結合オーディオ - ビジュアルディスプレイユニットを形成することもできる。

#### 【0151】

サウンドプロジェクタを置くことのできる用法が多々ある一方で、別々のスピーカーをリスナー位置の周りの異なる場所にいくつか置いて使用する通常のサラウンド音システムと置き換えられることが、特に好都合である。デジタルサウンドプロジェクタは、サラウ

10

20

30

40

50

ンド音オーディオ信号の各チャンネルについてビームを生成し、かつこれらのビームを適切な方向に操作することによって、さらにスピーカーを設けることなく、または配線を追加することなくリスナーの位置に真のサラウンド音を作り出す。

【図面の簡単な説明】

【0152】

【図1】周知のトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2A】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2B】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2C】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2D】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

10

【図2E】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2F】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2G】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2H】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2I】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図2J】本発明の変形例によるトランスデューサアレイシステムの正面を示す。

【図3A】トランスデューサアレイシステムの主機能素子のブロック図である。

【図3B】トランスデューサアレイシステムの駆動セクション素子のブロック図である。

【図4】トランスデューサアレイシステムのクロスオーバーシステムである。

【図5】図1の周知のサウンドビームスピーカーシステムと図2Aの新規のサウンドビームシステムとの、シミュレーションしたビーム質の比較である。

20

【図6A】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図6B】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図6C】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図6D】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図6E】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

30

【図6F】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図6G】ウインドウ関数と不均一なトランスデューサの間取りとを用いて達成可能な効果を示すグラフである。

【図7】本発明によるシステムの使用を例示する。

【図8】異なるオーディオ信号を異なるユーザーに提供するサウンドプロジェクタの上面図である。

【図 1】

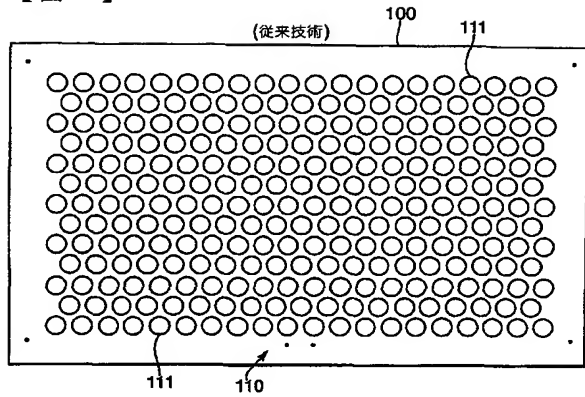


Fig.2B.

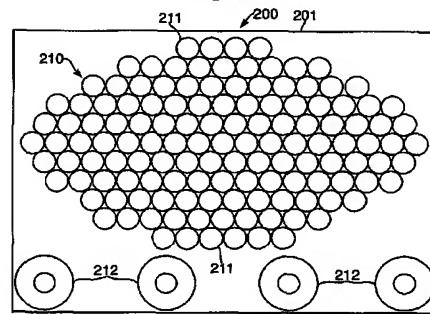


Fig.2A.

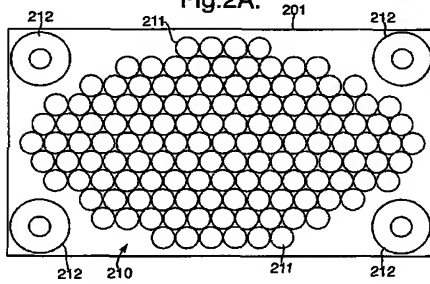


Fig.2C.

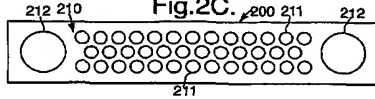


Fig.2G.

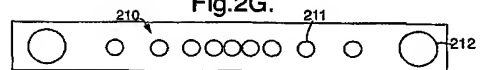


Fig.2D.

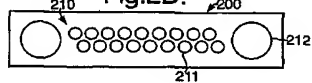


Fig.2H.

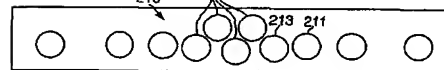


Fig.2E.

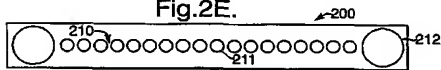


Fig.2I.

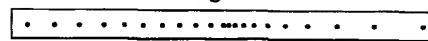


Fig.2F.

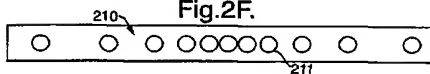
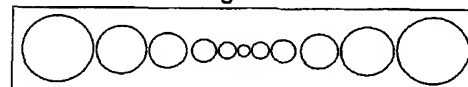
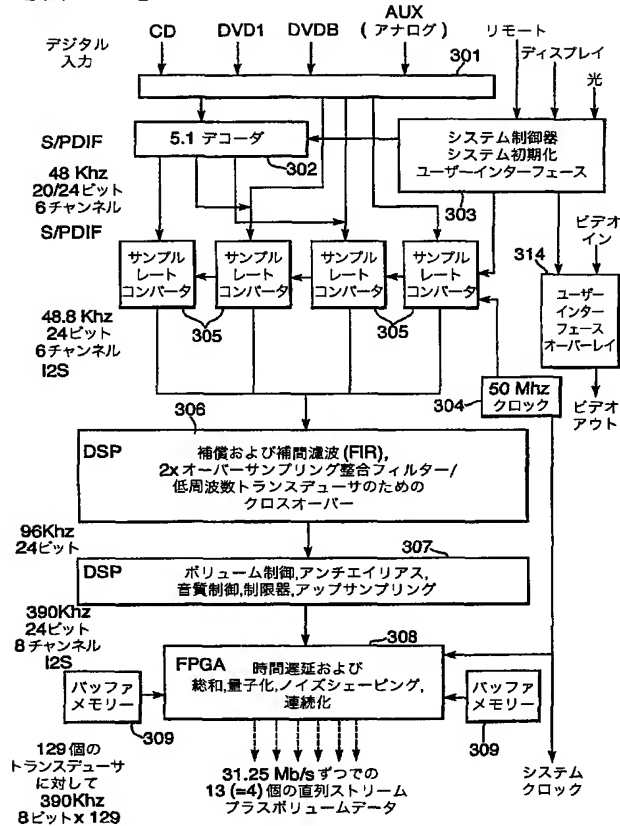


Fig.2J.

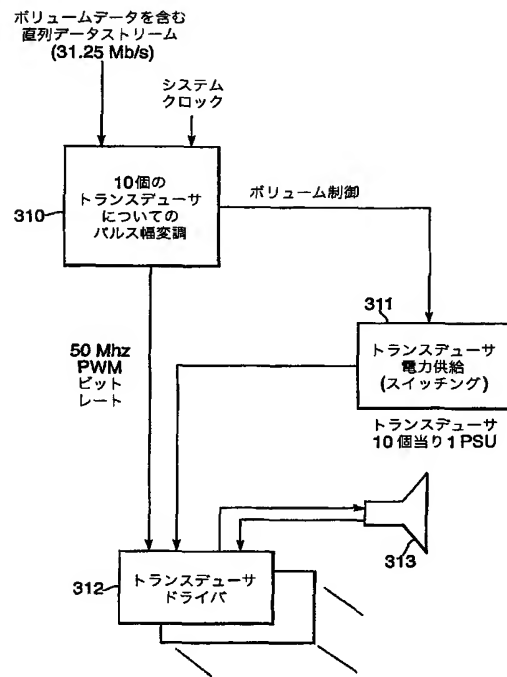


【図 3 A】



【図 3 B】

(図3Aより)



【図 4】

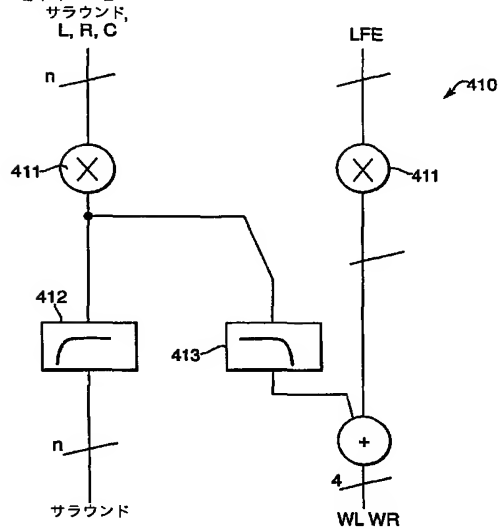


Fig.5A.

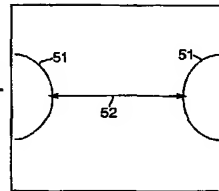


Fig.5B.

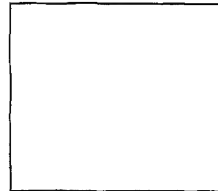


Fig.5C.

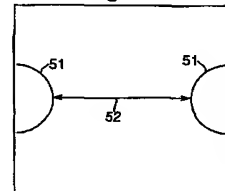


Fig.5D.

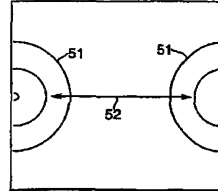


Fig.5E.

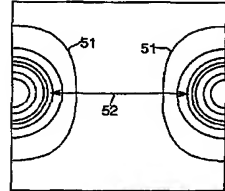


Fig.6A.

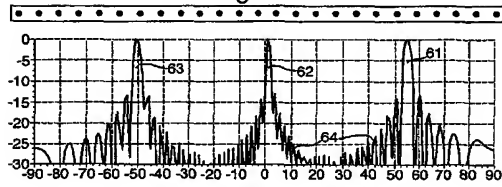


Fig.6C.

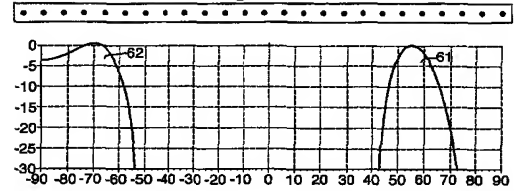


Fig.6B.

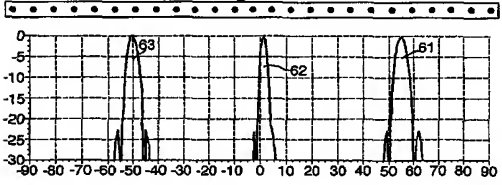


Fig.6D

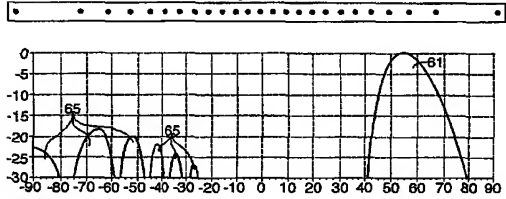


Fig.6E.

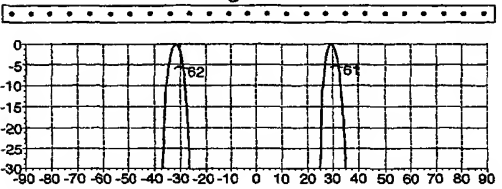


Fig.6G.

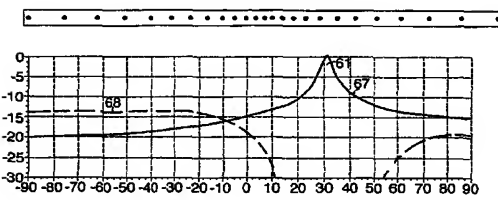
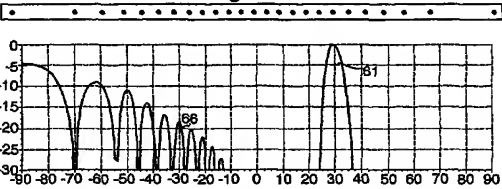
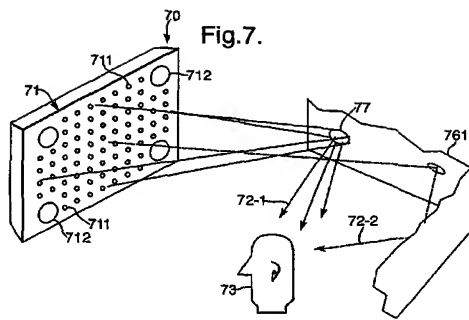


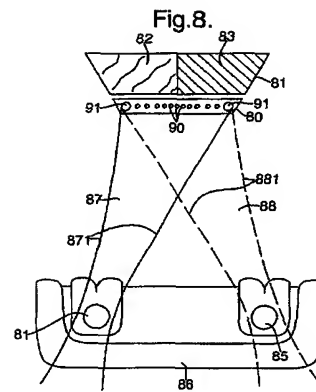
Fig.6F.



【図 7】



【図 8】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04R1/40 H04R3/12 H04R5/02 H04N5/64		International Application No. PCT/GB2004/000750
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04R H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/078388 A (BIENEK IRVING ALEXANDER ;RYAN DAMON THOMAS (GB); TROUGHTON PAUL TH) 3 October 2002 (2002-10-03) cited in the application  the whole document	1,3-6, 10-15, 18-21, 24-26, 30-33, 41-43, 49-52
A	TROUGHTON, PAUL: "Convenient Multi-Channel Sound in the Home" 17TH AUDIO ENGINEERING SOCIETY UK CONFERENCE, 2002, pages 102-105, XP009031251 page 102, left-hand column page 104, left-hand column - page 105, left-hand column  --- -/--	1,2, 34-36,44
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  15 July 2004		Date of mailing of the international search report  22 07. 2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5518 Patentstein 2 1A - 2200 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Gerken, S



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. nat. Application No.  
PLT/gB2004/000750

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 984 273 A (AYLWARD J RICHARD ET AL) 8 January 1991 (1991-01-08) abstract column 3, line 61 - column 4, line 29; figure 3	1,2, 34-36,44
P,X	WO 03/034780 A (1 LTD ;HOOLEY ANTHONY (GB); GOUDIE ANGUS GAVIN (GB); THROUGHTON PA) 24 April 2003 (2003-04-24) cited in the application abstract page 17, line 1 - page 18, line 28 page 20, line 24 - page 22, line 24; figures 8B,9A,9B,10	1,10,11
P,X	WO 03/071827 A (BIENEK IRVING ALEXANDER ; SHEPHERD MARK RICHARD (GB); TROUGHTON PAUL T) 28 August 2003 (2003-08-28) abstract page 4, line 11 - page 6, line 8 page 7, line 15 - line 16; figure 1	27-29
A	US 5 751 821 A (SMITH DAVID L) 12 May 1998 (1998-05-12) column 3, line 38 - line 50 column 7, line 1 - line 21; figures 7,8	27

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/GB2004/000750

**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 8.4(a).

**Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:  
1-6, 10-15, 18-21, 24-36, 41-44, 49-52
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-6,10-15,18-21,24-26,30-36,41-44,49-52

A loudspeaker system including an array for generating beams of sound comprises first transducers and low-frequency transducers, wherein the low-frequency content of signals to be emitted by the first transducers is added to signals to be emitted by the low frequency transducers. Problem: To allow optimisation of the first transducers for high frequency reproduction and costs, cf. page 4, 3rd and 4th para. and page 9, 3rd para.

2. claims: 7,45-48

A first audio program is beamed to a first listener position and a second audio program is beamed to a second listener position. Problem: To allow to listen to distinct sound channels corresponding to distinct TV programs which are visible on a split-screen or a multiple window TV set, cf. page 8 5th para.

3. claims: 8,9,37-40

A loudspeaker comprises a plurality of transducers arranged in an array formation wherein the spacing between adjacent transducers increases towards the ends of the array. Problem: To allow reduction in side-lobe power, cf. page 9, 6th para.

4. claims: 16,17

The mid-point spacing of closest neighbouring first transducers is equal to or smaller than half the wavelength corresponding to the lowest acoustic resonance frequency of the first transducers. Problem: To reduce sidelobes, cf. page 7, 1st para. and p.26, 4th para.

5. claims: 22,23

The array has a generally elliptical shape. Problem: To allow reduction of the number of transducers required to generate steerable beams, cf. page 4, para. 5.

6. claims: 27-29

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

The number of first transducers is more than two times the number of low-frequency transducers. Problem: To optimise costs while maintaining a satisfactory coverage of the whole audible frequency range, cf. page 15, 4th para.

## 7. claim: 53

One or more high frequency transducers located at or close to the centre of the array are replaced by wideband transducers capable of substantially reproducing low frequencies. Problem: To allow reproduction of a center channel of a surround sound signal in a simple manner, cf. page 5th para.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No.  
 PCT/JP2004/000750

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02078388	A	03-10-2002	GB 2373956 A EP 1402755 A2 WO 02078388 A2 GB 2376595 A, B WO 03059005 A2	02-10-2002 31-03-2004 03-10-2002 18-12-2002 17-07-2003
US 4984273	A	08-01-1991	AT 130723 T CA 2023838 A1 DE 69023722 D1 DE 69023722 T2 EP 0415779 A2 JP 2894812 B2 JP 3093400 A CA 1301074 C EP 0370619 A2 JP 2200100 A US 5027403 A	15-12-1995 01-03-1991 04-01-1996 18-04-1996 06-03-1991 24-05-1999 18-04-1991 19-05-1992 30-05-1990 08-08-1990 25-06-1991
WO 03034780	A	24-04-2003	EP 1437028 A2 WO 03034780 A2	14-07-2004 24-04-2003
WO 03071827	A	28-08-2003	WO 03071827 A2	28-08-2003
US 5751821	A	12-05-1998	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 フーリー、アンソニー

イギリス国、ケンブリッジ、 デ フレヴィル アベニュー 79

(72)発明者 レネル、アースラ、ルース

イギリス国、ケンブリッジ、 ヴィクトリア パーク 52

(72)発明者 ゴーディー、アンガス、ガヴィン

イギリス国、ケンブリッジ、 カンタベリー クローズ 2

(72)発明者 シェパード、マーク、リチャード

イギリス国、ハーツ、ロイストン、メルドレス、 ハイ ストリート 124、クレア ハウス

(72)発明者 ビーネク、アーヴィング、アレクサンダー

イギリス国、ケンブリッジ、バドミントン クローズ 26

Fターム(参考) 5D018 AC01 AF22

5D020 AC07 AD01

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成19年3月1日(2007.3.1)

【公表番号】特表2006-518956(P2006-518956A)

【公表日】平成18年8月17日(2006.8.17)

【年通号数】公開・登録公報2006-032

【出願番号】特願2006-502322(P2006-502322)

【国際特許分類】

H O 4 R 1/40 (2006.01)

H O 4 R 3/00 (2006.01)

H O 4 R 3/12 (2006.01)

【F I】

H O 4 R 1/40 3 1 0

H O 4 R 3/00 3 1 0

H O 4 R 3/12 Z

【手続補正書】

【提出日】平成19年1月10日(2007.1.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも2つの音のビームを同時に生成することが可能で、前記ビームのうち少なくとも1つの方向操作が可能な第一の電気音響トランスデューサを備えるアレイと、

前記アレイの周囲近くに位置する低周波数音を再生するよう構成されている低周波数トランスデューサと、

第一のトランスデューサによって発せられるべき信号から低周波数コンテンツを濾波し、前記低周波数コンテンツを低周波数トランスデューサによって発せられるべき信号に加えるフィルターシステムと、を具備するスピーカーシステム。

【請求項2】

低周波数トランスデューサが、第一のトランスデューサの周波数範囲を実質的に含む周波数範囲で信号を発するよう構成されている広帯域トランスデューサであって、かつビームを方向操作するアレイの一部である請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

アレイの左右の側の近くに、単独で、または第一のトランスデューサと密接に隣り合っ  
て置かれる低周波数トランスデューサが、左右のチャンネルをそれぞれ出力するように、  
システムが配置されている請求項1 または2に記載のシステム。

【請求項4】

低周波数トランスデューサが、第一のトランスデューサの周波数範囲を実質的に含む周波数範囲で信号を発するよう構成されている広帯域トランスデューサであり、かつアレイの左右の側の近くに単独で置かれる低周波数トランスデューサが、左右のチャンネルをそれぞれ出力するようにシステムが配置されている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項5】

少なくとも2つのビームが、サラウンド音信号のチャンネルである前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 6】

少なくとも 2 つのビームが、2 つ以上の異なるオーディオ信号であって、アレイに対して異なる位置にいるリスナーが、前記異なるオーディオ信号の 1 つだけをそれぞれ支配的に受け取る前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 7】

隣接する第一のトランスデューサの間の間取りが不均一である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 8】

第一のトランスデューサの間の平均 スペーシング がアレイの周囲に向けて増大している請求項 7 に記載のシステム。

## 【請求項 9】

各トランスデューサについての出力信号の振幅がウインドウ関数に従って変調される前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 10】

ウインドウ関数がアレイの周囲に向けて次第に先細りする請求項 9 に記載のシステム。

## 【請求項 11】

低周波数トランスデューサの数が 1 と 20 の間の範囲にある前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 12】

低周波数トランスデューサの数が 1 と 10 の間の範囲にある請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 13】

低周波数トランスデューサの数が 1 から 4 の範囲にある請求項 12 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

低周波数トランスデューサの数が 1 から 2 の範囲にある請求項 13 に記載のシステム。

## 【請求項 15】

密接に隣り合う第一のトランスデューサの中間点の間取りが、第一のトランスデューサの最も低い音響共振周波数に対応する波長の半分に等しいかそれよりも小さい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 16】

第一のトランスデューサのアレイが、低周波数トランスデューサ間の領域に密に詰められている請求項 15 に記載のシステム。

## 【請求項 17】

トランスデューサにおいて発生する移相を補償する移相回路または補償回路がさらに含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 18】

アレイには、第一のトランスデューサの、水平に向けられた 1 列、2 列または 3 列のラインが含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 19】

低周波数トランスデューサが、前記水平に向けられたラインの端またはその近くに置かれている請求項 18 に記載のシステム。

## 【請求項 20】

アレイには、第一のトランスデューサが垂直方向で互い違いに配置される中央区域が含まれている前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 21】

アレイが概して楕円形を有する前記請求項のいずれかに記載のシステム。

## 【請求項 22】

低周波数トランスデューサが、楕円形のアレイに外接する長方形のコーナーまたはその近くに位置付けられている請求項 21 に記載のシステム。

## 【請求項 23】



第一のトランスデューサの数が200未満である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項24】

第一のトランスデューサの数が50未満である請求項23に記載のシステム。

【請求項25】

第一のトランスデューサの数が5より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項26】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の2倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項27】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の4倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項28】

第一のトランスデューサの数が低周波数トランスデューサの数の10倍より大きい前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項29】

音の複製信号を遅延させ、かつ前記アレイの、少なくとも前記第一のトランスデューサを用いて遅延された複製信号を出力することによって、前記少なくとも1つのビームの方向操作が可能である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項30】

ビデオ情報を表示するシステムおよび前記請求項のいずれかによるオーディオシステムが含まれているメディアシステム。

【請求項31】

ビデオ情報を表示するシステムがテレビシステムである請求項30に記載のメディアシステム。

【請求項32】

ビデオおよびオーディオ信号の入力を提供するメディアプレーヤーと、前記ビデオ情報を表示するモニターと、独立して方向操作の可能な少なくとも2つの音のビームを再生する請求項1に記載のスピーカーシステムとを備える請求項30に記載のメディアシステム。

【請求項33】

少なくとも2つの音のビームを同時に生成することが可能で、前記ビームのうち少なくとも1つが方向操作の可能である電気音響トランスデューサのアレイを含んでいるスピーカーシステムであって、前記トランスデューサの第一の組は、低周波数音を出すことが実質的に不可能である高周波数トランスデューサであり、前記トランスデューサの第二の組は、低周波数音を出すことが可能な低周波数または広帯域トランスデューサであり、前記システムは、高周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号から低周波数コンテンツを濾波し、かつ前記低周波数コンテンツを、低周波数トランスデューサによって発せられるように前もって定めている信号に加えるフィルターシステムを含んでいるスピーカーシステム。

【請求項34】

前記アレイは、ラインアレイである請求項33に記載のシステム。

【請求項35】

前記トランスデューサの第二の組は、ラインアレイの両端に置かれている請求項34に記載のシステム。

【請求項36】

ラインアレイ形状に配置される複数のトランスデューサを備え、トランスデューサ間の平均スペーシングがアレイの両端に向かって増大しているスピーカーシステム。

【請求項37】

前記トランスデューサが、低周波数音を発することが実質的に不可能な高周波数トラン

スデューサである請求項 3 6 に記載のシステム。

【請求項 3 8】

低周波数または広帯域トランスデューサをアレイの両端にさらに備える請求項 3 6 または 3 7 に記載のシステム。

【請求項 3 9】

アレイが、水平に向けられた 1 列、2 列または 3 列のトランスデューサのラインからなる請求項 3 3 乃至 3 8 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 4 0】

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 2 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 4 1】

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 4 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 4 2】

アレイの幅が、アレイの高さの少なくとも 8 倍である前記請求項のいずれかに記載のシステム。

【請求項 4 3】

電気音響トランスデューサのアレイを用いて音のビームを生成する方法であって、  
高周波数トランスデューサに向かう信号を濾波して低周波数コンテンツを取り除き、  
前記低周波数コンテンツを、低周波数トランスデューサに向かう信号に加える  
ステップを備える方法。

【請求項 4 4】

アレイを用いて 2 つの音のビームを 2 人のリスナーにそれぞれ生成する方法であって、  
第一のオーディオプログラムのビームを第一の聞き取り位置に送り、  
第二のオーディオプログラムのビームを第二の、異なる聞き取り位置に送る  
ステップを備える方法。

【請求項 4 5】

前記アレイが水平に配列されているラインアレイである請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記ラインアレイが、アレイの両端に向かって増大する平均 スペーシング を有しているトランスデューサを備える請求項 4 5 に記載の方法。

【請求項 4 7】

さらなるオーディオプログラムをさらなる聞き取り位置にそれぞれ送る  
ステップをさらに備える請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記第一のまたは高周波数トランスデューサは 5 0 m m 未満の直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項 4 9】

前記低周波数トランスデューサは 5 0 m m より大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項 5 0】

前記低周波数トランスデューサは 1 0 0 m m より大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項 5 1】

前記低周波数トランスデューサは、前記第一のまたは高周波数トランスデューサの直径の少なくとも 2 倍大きな直径を有する前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。

【請求項 5 2】

アレイの中心またはその近くに置かれている前記第一のまたは高周波数トランスデューサの 1 つ以上が、低周波数を実質的に再生することが可能な広帯域トランスデューサと置

き換えられている前記請求項のいずれかに記載のシステムまたは方法。